

## 第4回

# 極域における電離圏磁気圏総合観測 シンポジウム講演要旨

## The Fourth Symposium on Coordinated Observations of the Ionosphere and the Magnetosphere in the Polar Regions

Programme and Abstracts

昭和56年2月23日～2月25日

February 23, 24 and 25, 1981

国立極地研究所

National Institute of Polar Research  
Tokyo, Japan

第4回 極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

プ ロ グ ラ ム

日 時 昭和56年2月23日(月)  
10時00分 ~ 17時50分  
昭和56年2月24日(火)  
9時30分 ~ 18時10分  
昭和56年2月25日(水)  
9時30分 ~ 16時40分

会 場 国 立 極 地 研 究 所 講 堂

主 催 国 立 極 地 研 究 所

2月23日 (月)	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
			ULF/VLF現象 国分 征 (東大, 理) 1 ~ 7			オーロラ現象 小川 忠彦 (電波研) 8 ~ 13		電離圏磁気圏擾乱 小口 高 (東大, 理) 14 ~ 20				
2月24日 (火)			ISIS衛星 芳野 赴夫 (電通大) 21 ~ 25	南極ロケット ー I 江尻全機 (極地研) 26 ~ 28		特別講演 平沢 威男 (極地研)	南極ロケットII 江尻全機 (極地研) 29 ~ 33	国際共同観測 石川 晴治 (名大空電研) 34 ~ 38			懇 親 会	
2月25日 (水)			多点観測 北村 泰一 (九大, 理) 39 ~ 43	中間圏 ー MAP 小川利紘 (東大, 理) 44 ~ 46		将来計画-I (MAP関連) 鎌田 哲夫 (名大空電研) 47 ~ 51	将来計画-II 松本 治弥 (神戸大, 工) 52 ~ 56					

2 月 2 3 日 ( 月 曜 日 ) 10:00 ~ 17:50

挨拶 国立極地研究所長 永 田 武  
( 10:00 ~ 10:10 )

I U L F / V L F 現象 ( 10:10 ~ 12:30 )

座 長 国 分 征 東大(理)

- 1, 中低緯度及び高緯度における P c 1 型磁気脈動の特性の対比  
河村 諱 地磁気観測所  
桑島正幸 "  
外谷 健 "  
小池捷春 "  
福西 浩 極地研  
鮎川 勝 "  
平沢威男 "
- 2, 極光帯及び磁気圏における P i 2 型磁気脈動の波動特性  
桑島正幸 地磁気観測所
- 3, Compressional Pc 4 Pulsations Observed at Synchronous Orbit  
利根川豊 東海大(工)  
加藤愛雄 "  
桜井 亨 "
- 4, オーロラヒスの到来方向観測結果とオーロラ現象との比較  
西野正徳 名大(空電研)  
田中義人 "  
岩井 章 "  
鎌田哲夫 "  
平沢威男 極地研



5, Dispersive Periodic Emission の解析

岡田敏美	名大 (空電研)
田中義人	"
岩井 章	"
早川正士	"
柏木瑞夫	"
大津仁助	"

6, Gaussian Beam 波源による V L F 帯の Full Wave 計算

長野 勇	金沢大 (工)
満保正喜	"
吉沢重雄	"
山岸久雄	極地研
木村磐根	京大 (工)

7, 昭和基地とアイスランドにおける ELF-VLF 放射の共役性

佐藤正彦	山形大 (理)
平沢威男	極地研
佐藤夏雄	"
福西 浩	"
前沢 潔	山形大 (理)

II オーロラ現象 (13:20 ~ 15:20)

座 長 小 川 忠 彦 電波研 (平磯支所)

8, 昭和基地とアイスランドで観測された共役点オーロラの比較 (2)

巻田和男	拓殖大
平沢威男	極地研
藤井良一	"

9, Pulsating Aurora の mode 及びそれに関連する地磁気脈動

小口 高	東大 (理)
------	--------

10, オーロラ E 層電子密度不規則構造のレーダ観測

小川忠彦	電波研
五十嵐喜良	"

11, KYOKKOによる Auroral Substorm の観測

金田栄祐	東大(理)
平尾邦雄	東大(宇宙研)

12, KYOKKOによる低エネルギー電子観測からみた沿磁力線電  
場及び電流の特徴

向井利典	東大(宇宙研)
平尾邦雄	"

13, ダブルレイヤーによるオーロラ電子加速の室内実験

大山素宏	東大(宇宙研)
中村良治	"
L. R. Stenzel	UCLA

Ⅲ 磁気圏電離圏擾乱 ( 15:30 ~ 15:50 )

座	長	小	口	高	東大(理)
---	---	---	---	---	-------

14, プラズマ圏低温プラズマの高エネルギー粒子降下に対する  
役割

丸橋克英	電波研
------	-----

15, 環電流のサブストーム強度への影響

笹村義孝	京都産業大(理)
------	----------

16, IMS 期間中の大磁気嵐の解析

飯島 健	東大(理)
国分 征	"

17, Single - Double - and Triple Sheet Field Aligned  
Currents in the Dayside Cusp Region

藤井良一	極地研
飯島 健	東大(理)

18, M A G S A T 衛星で観測された Field - Aligned  
Currents と Substorms

福島 直	東大(理)
飯島 健	"
藤井良一	極地研
桜井治男	"

19, 南極観測船「ふじ」におけるオメガ電波の船上観測

大谷 晃	電波研(犬吠電波観測所)
菊池 崇	電波研
野崎憲朗	"
加藤清治	電波研(犬吠電波観測所)

20, S S C に伴う極域擾乱

平沢威男	極地研
------	-----

2 月 2 4 日 ( 火 曜 日 ) 9 : 3 0 ~ 1 8 : 1 0

N I S I S 衛星 ( 9 : 3 0 ~ 1 1 : 1 0 )

座 長 芳 野 赴 夫 電通大

21, 南極域における I S I S トップサイドサウンディング A G C  
データの解析

相京和弘	電波研
西崎 良	"
丸山 隆	"
猪木誠二	"
永山幹敏	"
簗馬 尚	"
井出俊行	"
大瀬正美	"
平沢威男	極地研

22, 南極域における I S I S イオノグラムの N(h)解析について

猪木誠二	電波研
相京和弘	"
西崎 良	"
緒方隆信	"
丸山 隆	"
平沢威男	極地研

23, I S I S 衛星で観測されたコーラスの特性

恩藤忠典	電波研
中村義勝	"
渡辺成昭	"
村上利光	"



24, 人工衛星 I S I S - 1, 2 で観測された V L F ソーサー  
の特性

中川一之	電通大
蓬田 信	"
福西 浩	極地研
巻田和男	拓殖大
芳野赴夫	電通大

25, 人工衛星 I S I S - 1, 2 により観測された E L F ヒスの  
低域カットオフ特性

山岸久雄	極地研
本間峰一	電通大
芳野赴夫	"

V 南極ロケット - I ( 11:10 ~ 12:10 )

座 長 江 尻 全 機 極地研

26, ダブルプローブによる電離層電場・電子温度・電子密度の  
時系列観測

— S - 3 1 0 J A - 7 号機による実験結果 —

小川俊彦	京大(理)
牧野雅彦	"
小寺邦彦	気象研
山岸久雄	極地研
平沢威男	"
福西 浩	"
西野正徳	名大(空電研)

27, S - 3 1 0 - J A 7 号機による熱的電子エネルギー分布  
状態のチェック

小山孝一郎	東大(宇宙研)
平尾邦雄	"

28, 極域降下粒子に基づく飛翔体及びインピーダンスプローブ  
の帯電現象について

渡辺勇三	東大(宇宙研)
高橋忠利	東北大(理)
大家 寛	"
大林辰蔵	東大(宇宙研)

Ⅵ 特別講演 ( 13:00 ~ 15:00 )

座 長 平 沢 威 男 極地研

- 1, 関 戸 弥 太 郎 名古屋大学名誉教授
- 2, 加 藤 愛 雄 東海大学教授
- 3, 永 田 武 国立極地研究所長
- 4, R. E. Gendrin 国立極地研究所外国人研究員  
( CRPE )

Ⅶ 南極ロケットⅡ ( 15:00 ~ 16:40 )

座 長 江 尻 全 機 極地研

29, S-310JA-5, 6号機における降下電子と電離生  
成率

松本治弥	神戸大(工)
賀谷信幸	"
小松雅明	"

30, 電子マイクロバーストの速度分散

松本治弥	神戸大(工)
------	--------

31, S-310JA-5号機によるオーロラヒスの到来方向  
の測定

松尾敏郎	京大(工)
木村磐根	"
山岸久雄	極地研

32, S-310JA-6号機による高周波プラズマ波動スペクトルの観測(Ⅱ)

— 波動粒子相互作用の解析 —

大家 寛	東北大(理)
宮岡 宏	"

33, S-310JA-7号機による高周波ノイズの観測

中村良治	東大(宇宙研)
野村雄二	"

Ⅷ 国際共同観測 (16:40 ~ 18:10)

座 長	石 川 晴 治	名大(空電研)
-----	---------	---------

34, 日ース バルーン実験報告

江尻全機	極地研
鮎川 勝	"
山岸久雄	"
小野高幸	"
平沢威男	"
鎌田哲夫	名大(空電研)
小玉正弘	山梨医大
平島 洋	立教大(理)
小川利紘	東大(理)
岩上直幹	"
西村研究室	東大(宇宙研)

35, 日ース 大気球観測報告

— VLF観測と地上観測速報 —

江尻全機	極地研
鮎川 勝	"
小野高幸	"
山岸久雄	"
鎌田哲扶	名大(空電研)
平沢威男	極地研

36, 日 ー ス 国際共同大気球実験によつて得られたオゾン密度・  
気温・液温・気圧データについて

岩上直幹	東大(理)
小川利紘	"
江尻全機	極地研
鮎川 勝	"

37, バルーンによるオーロラX線撮像観測計画

小玉正弘	山梨医大
西村 純	東大(宇宙研)
藤井正美	"
山上隆生	"
奥平清治	立教大(理)
村上浩文	"
平島 洋	"

38, グリーンランド国際協同ロケット実験

江尻全機	極地研
山岸久雄	"
内田邦夫	"
E. Ungstrup	DSRI
J. K. Oleson	TUD
F. Primdahl	DMI
F. Spangslev	"

~~~~ 懇 親 会 ~~~~~

( 1 8 : 1 0 ~ 2 0 : 0 0 )



2 月 2 5 日 ( 水 曜 日 )      9 : 3 0 ~ 1 6 : 4 0

K 多点観測      ( 9 : 3 0 ~ 1 1 : 1 0 )

座 長      北 村 泰 一      九大 ( 理 )

- 39, Nose 周波数から求めた伝搬経路と地上における振幅の強度分布の比較

町田 忍      東大 ( 宇宙研 )

鶴田浩一郎      "

- 40, コーラス振巾の空間分布

鶴田浩一郎      東大 ( 宇宙研 )

町田 忍      "

- 41, V L F コーラスバーストとパルス性地磁気脈動

国分 征      東大 ( 理 )

- 42, 高緯度多点観測による P c 1 脈動の動特性

林 幹治      東大 ( 理 )

AUVプロジェクトチーム

東大 ( 理, 宇宙研 ),

九大 ( 理 ), L B C,

U. V i c

- 43, I M S 高緯度ネットワーク観測

上出洋介      京都産業大

X 中間圏 — M A P      ( 1 1 : 1 0 ~ 1 2 : 1 0 )

座 長      小 川 利 紘      東大 ( 理 )

- 44, 極域大気中での中性大気微量成分の観測

— N O 2 , N O 3 , O 3 —

紫崎和夫      東大 ( 理 )

小川利紘      "

45, 夜光雲の発生と中間圏の温度分布

岩坂泰信 名大(水圏研)

46, タイロスN系の気象衛星によるマイクロ波垂直温度分布の  
観測結果

芳野赴夫 電通大

高安誠治 "

田中信也 "

XI 将来計画-I (MAP関連) (13:00 ~ 15:00)

座 長 鎌 田 哲 夫 名大(空電研)

47, 極域中層大気の水蒸気測定について

岩坂泰信 名大(水圏研)

山下喜弘 気象研

村林 成 名大(水圏研)

48, 昭和基地VHFドップラーレーダ観測計画

五十嵐喜良 電波研

小川忠彦 "

大瀬正美 "

藤井良一 極地研

平沢威男 "

49, Ba シェープドチャージの開発

中村純二 東大(教養)

50, 極域におけるイオン温度の垂直構造の観測意義

南 繁行 大阪市大(工)

堤 四郎 "

竹屋芳夫 "

51, 北歐におけるMAPに関連した大気球計画

|      |         |
|------|---------|
| 近藤 豊 | 名大(空電研) |
| 高木増美 | "       |
| 森田恭弘 | "       |
| 岩田 晃 | "       |
| 石川晴治 | "       |

XII 将来計画－II (15:00～16:40)

|     |         |        |
|-----|---------|--------|
| 座 長 | 松 本 治 弥 | 神戸大(工) |
|-----|---------|--------|

52, リングコア型フラックスゲート磁力計の開発

|      |        |
|------|--------|
| 青山 巖 | 東海大(工) |
| 遠山文雄 | "      |
| 西口正幸 | "      |

53, 極域電離層電場(静穏日)測定の新方法の提案

|      |       |
|------|-------|
| 北村泰一 | 九大(理) |
|------|-------|

54, 極地研情報処理センター・データ解析システム

|      |     |
|------|-----|
| 江尻全機 | 極地研 |
| 山岸久雄 | "   |
| 藤井良一 | "   |
| 桜井治男 | "   |
| 内田邦夫 | "   |

55, EXOS-Dプラズマサウンダー及びHF帯自然電波の地上並びに飛翔体観測計画

|      |     |
|------|-----|
| 小野高幸 | 極地研 |
|------|-----|

56, EXOS-D計画と極域超高層物理の研究

|      |        |
|------|--------|
| 大家 寛 | 東北大(理) |
|------|--------|

第4回 極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

講演予稿集

昭和56年2月23日～2月25日

会場 国立極地研究所講座

主催 国立極地研究所



# 中低緯度および高緯度における $Pc1$ 型磁気脈動の 特性の対比

地磁気観測所 河村 謙 桑島正幸 外谷 健 小池 捷春  
極地研究所 福岡 浩 鮎川 勝 平沢 康男

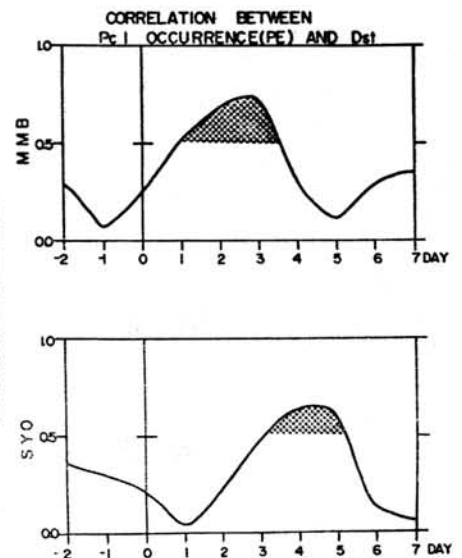
極光帯における  $Pc1$  型磁気脈動は、  
3つのグループに大別されることは、本研究に  
おける初期の段階で明らかになった。それは、  
HM chorus, Periodic Emission (PE)  
および others (IPDP, morning IPDP,  
Dat) である。このうち PE については、  
source を中低緯度における  $Pc1$  の外れと  
共通していることが示唆されるので、本研究は  
まず、極光帯における PE について 焦点を  
しぼることとする。

図1に Syowa における PE の  
出現頻度を示す。あわせて中低緯度における  
PE の出現頻度を Waomeria および  
Memambetsu の data をもって示している。  
図1には又 storm time ring current  
の消長を表す目安として Dst index も  
示した。PE の出現が ring current の  
消長と深くかかわりあっていることが明らか  
である。すなわち PE は storm の  
recovery phase において頻発する傾向が、  
高緯度においても、又中低緯度においても  
は、きりと読みとることが出来る。

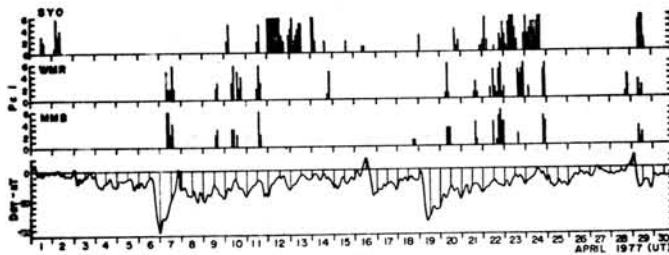
図1に示される観測事実は、storm に  
伴って発達した ring current が、その  
particle energy を  $Pc1$  wave energy  
に変換することによって、除々にその level  
にもどっていくという物理過程を示唆して  
いる。このことは、最近における、人工衛星  
による storm 中の proton の観測に  
おいて、さらに裏付けられつつある。

図1では PE の出現の peak が、高緯度  
と中低緯度でズレる傾向がでている。  
このズレは図2においてさらに明かである。  
すなわち、中低緯度においては、storm  
main-phase の2-3日後に PE の出現の  
peak がみられるが、高緯度においては、  
それは4-5日後になる。本講演では、  
さらに data 数をふやした上での解析結果  
とそれに対する考察について述べる。

(オ2図)



(オ1図)



# 極光帯および磁気圏における P<sub>2</sub> 型磁気脈動 の波動特性

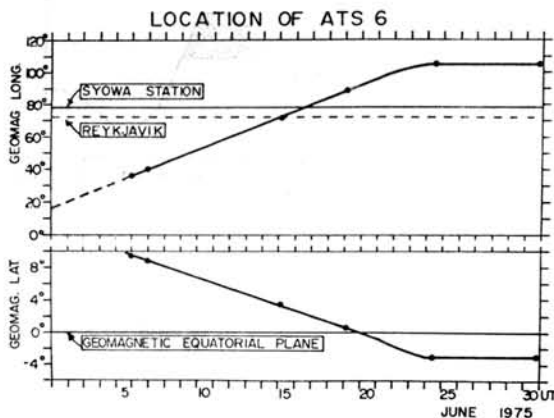
地磁気観測所

桑島正幸

極光帯における P<sub>2</sub> 型脈動の研究から推察される発生機構は、P<sub>2</sub> が auroral oval に根をもつ field line の standing oscillation に起因するというものである (Kuwashima, 1978: Kuwashima and Saito, 1981)。この model が物理的な意味を持って成立するためには、磁気圏における P<sub>2</sub> のふるまいをどの程度、consistent に説明できるかを吟味する必要があるのである。そこで、極光帯における共役点とそれを結ぶ磁力線の近くの人衛衛星による data からの解析結果を報告したい。

静止衛星 ATS 6 は 1975 年 5 月 20 日に、北極まで位置していた 96°W から徐々に移動して 6 月 24 日に 35°E の位置に到達した。この間、6 月 15 日頃には、丁度 Syowa Station と Reykjavik を結ぶ磁力線の近くに位置していたことが推察される。この様子は、オ 1 図に、くわしく表されている。今回は ATS 6 と Syowa および Reykjavik が共役関係にあった 6 月 5 日～7 月 10 日の一ヶ月間についての解析結果を報告する。

(オ 1 図)



ATS 6 における座標系は H, D, V 系である。ここで H は dipole 軸に平行な向き、V は radial outward の向き、そして D は H と V とに直交する軸で eastward の向きである。地上との対応では H は downward, V は northward として D は eastward である。

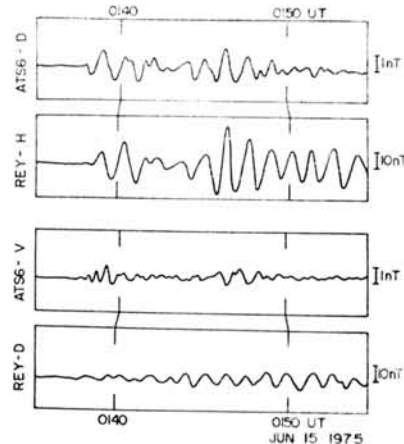
地上と磁気圏において同時に観測された P<sub>2</sub> の典型的な例をオ 2 図に示す。地上では N-S 成分が卓越するのに対して、磁気圏では E-W 成分がむしろ卓越しており、電離層における 90°回転の効果を示唆している。本講演では、その位相関係、および振巾の比について、解析結果とそれに対する考察を述べる。

この研究は、UCLA の R. McPherson との共同研究として進められているものである。

Kuwashima (1978), *Memoirs of NIPR, series A* No. 15

Kuwashima and Saito (1981), *JGR (to be published)*

(オ 2 図)



東海大学工学部

利根川 豊・加藤 愛雄・桜井 亨

静止衛星高度 ( $L = 6.6$ ) で観測される Pc4 脈動は、その振動特性によって数種類のタイプに分類できる。図1の a, b はそれぞれ ATS-6 で観測された典型的な Pc4 脈動の例である。a は経度方向 (D 成分) の振動成分が卓越した全磁力 (BT) には振動成分を持たない transverse wave である。一方 b は、動径方向 (V 成分) と全磁力に振動成分を持つ compressional wave である。今回は、主に後者のタイプに属する Pc4 脈動の特性について報告する。

我々は 1974 年 6 月から 8 月にかけての 3ヶ月間に ATS-6 で観測された compressional Pc4 脈動を解析した。これ等脈動は主に 14h LT から 20h LT に集中して観測され、同期間

に ATS-6 で観測された ring current proton ULF waves の頻度分布 (図2) に良く一致する。脈動周期は 40 秒から 150 秒の範囲に広く分布するが、50 秒と 90 秒附近にピークが見られる。

図3は高エネルギープロトンフラックスの変動を伴った Pc4 脈動の例である。周期は約 130 秒で V 成分の振動が卓越した compressional wave である。粒子フラックスは約 20 から 230 keV のエネルギーレンジで測定されたが、200 keV 附近の高エネルギー粒子フラックスの変動が顕著であった。

講演では、これら脈動の発生および高エネルギー粒子との共鳴機構について、更に他の資料を加え検討を進めた結果を報告する。

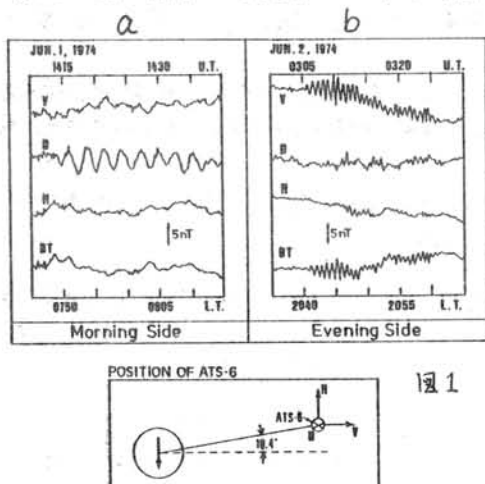
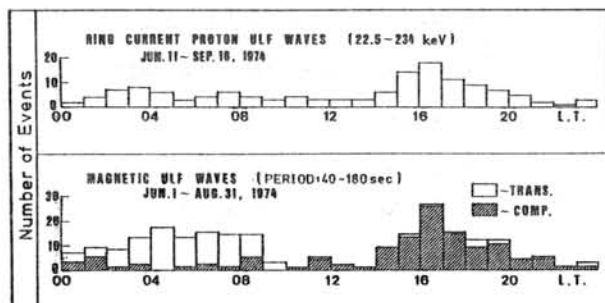


図 1

LOCAL TIME DEPENDENCE OF OCCURRENCE FREQUENCY



← 図 2

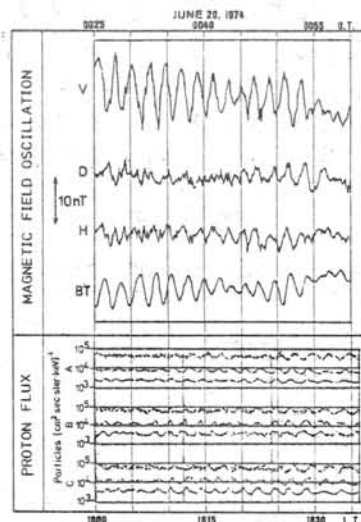


図 3

# オーロラヒスの到来方向観測結果とオーロラ現象との比較

西野正徳 田中義人 岩井章 鎌田哲夫 (名古屋大学空電研)  
平沢威男 (国立極地研)

前回では、1978年昭和基地で開発した3点時間差法によるオーロラヒスDFシステムと、これによって得られた顕著な観測結果例について報告した。これは、地磁気水平成分の sharp negative phase 時に起こるオーロラブレークアップに同期して受信されたオーロラヒスのDF観測結果である。その結果、オーロラヒスの到来方向はオーロラ発光域の中で、発光強度が強く、活動的な局部領域にほぼ一致することが判った。今回は、同じく1978年の観測結果から、比較的地磁気変動の小さい時のオーロラ出現にもなって受信されたオーロラヒスのDF観測結果を数例示し、昭和基地、みずほ基地のオーロラヒス強度記録と比較することによって、オーロラヒスの到来方向の特性を考察する。

図1に観測結果の1例を示す。昭和基地の磁南方向の水平線近くで20時48分より弱く光っていたオーロラアーチが、51分頃にアーチの磁東側から比較的明るくアーチが走る。この時から数分程度の弱い narrow-band hiss が昭和基地で受信された。初めの比較的強いオーロラヒスの到来方向はオーロラ発光位置より昭和基地側を示す。オーロラはこの後同じ位置で弱く光っていた。

本講演では、この他に数例の観測結果を紹介する。

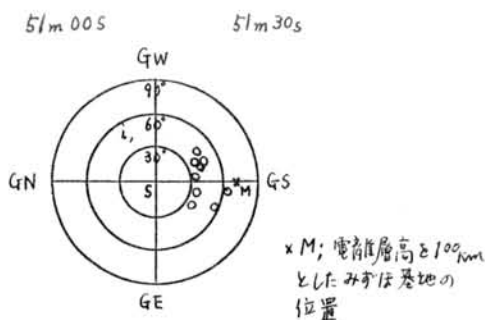
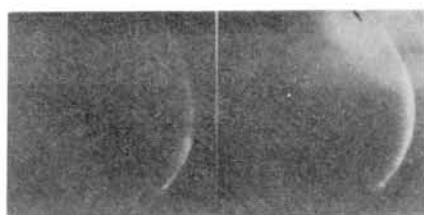
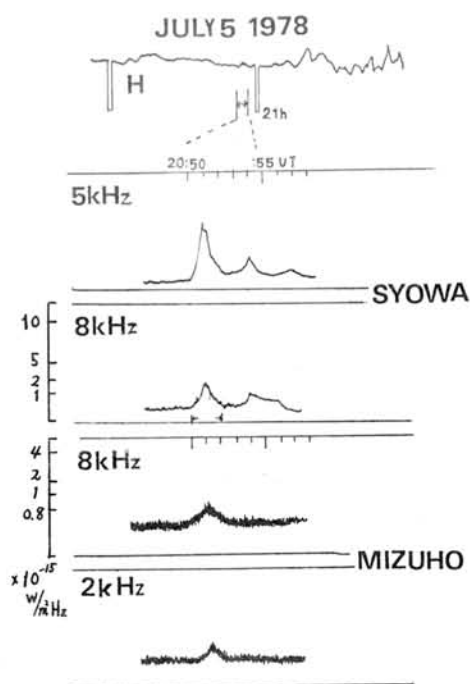


図1. オーロラヒス到来方向観測結果の1例



# Dispersive Periodic Emission の解析

園田敏夫, 田中義人, 岩井 章  
早川正土, 柏木瑞夫, 大津仁助

名古屋大学空電研究所

前回の極地研シンポ(1979年度)に引き続き、中緯度帯で観測した VLF/ELF emission の解析結果を報告する。

左の表は 1978年10月から 1979年1月までの間に観測された Brorfelde で受信された emission の発生istogramm である。横軸は Local Time, 縦軸は観測日を示す。観測は毎時 50-52分(必要時 20-22分を含む)に実施しており、そのスペクトル分析から emission を同定し、同定された emission の発生時刻も図中に ■印で示している。

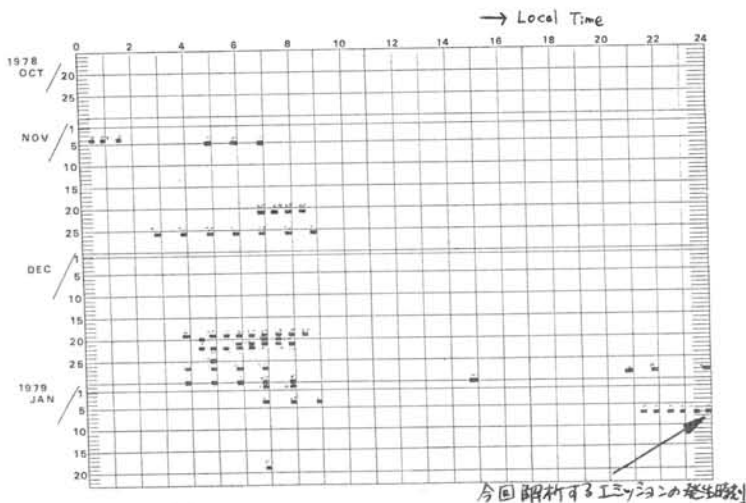
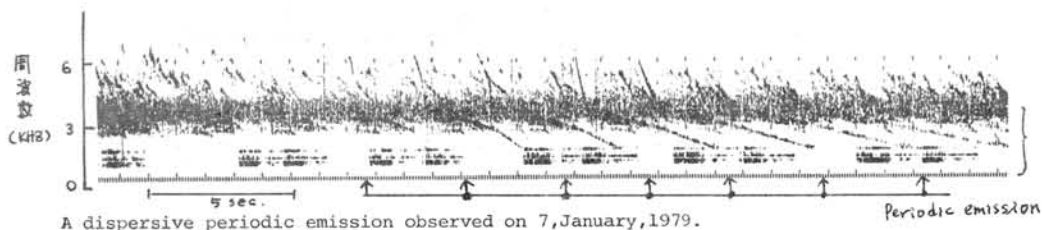


Table of mid-latitude VLF/ELF radio emissions ( Brorfelde in Denmark, Geo. Mag. Lat. 55.7°N )



A dispersive periodic emission observed on 7, January, 1979.

今回のスペクトル分析から得られた特に注目すべき現象として dispersive periodic emission がある。そのダイナミックスペクトルを上図に示す。発生時刻は 1979年1月7日 23:50-52である。その特徴を列挙すると次の様である。

- (1) 3~4 kHz 帯の Banded hiss の中から成長している。
- (2) 非常に狭帯域(ある瞬間における帯域が狭い)である。
- (3) 繰り返し周期が一定である。
- (4) 分散特性を示す。

- (a) 波の強度の成長率
- (b) 分散
- (c) 繰り返し周期
- (d) hiss との関係
- (e) 発生・伝播機構

謝辞

データ解析にあたっては国立極地研究所、超高度部門の方々に大変お世話になりました。

今回のシンポジウムでは以上のような特徴をもった dispersive periodic emission を次の諸観測から調べた結果を述べる予定である。

心よりお礼を申し上げます。

# Gaussian beam 波源による VLF 帯の Full wave 計算

長野 勇<sup>1</sup>、満保 正喜<sup>1</sup>、吉沢 重雄<sup>1</sup>、山岸 久雄<sup>2</sup>、木村 磐根<sup>3</sup>

(1; 金沢大工、2; 極地研、3; 京大工)

AUG. 6, 1978

SYOWA

最近、極地方の自然電波 (ヒス) や Siple 信号の地上多点観測が行われ、それらはある有限の空間分布を有している (図 1)。このような空間分布から電離層上部での波源の大きさやレバクトル方向などを推測するには、従来の平面波による取扱いでは困難であり、有限な広さを有する波源を考慮した計算法を確立しなければならない。<sup>(1)</sup> 前回の報告で一部計算法について述べたので、今回は、図 2 のように下部電離層 - 自由空間 - 大地を考えた電離層は極地の静穏時モデルとして、高度 110 km で  $\sigma$  の分散を有する Gaussian beam 波を入射した時に得られた興味ある幾つかの計算結果について報告する。

(1) 図 2 は  $\sigma = 5 \lambda$  ( $\lambda$  は入射高度の波長) の場合の一例で、大地上の磁界強度分布及び自由空間中の ray path を示している。大地上の伝搬の様子が明確にわかり、このような計算から Emittance angle が Snell's law より小さくなる。

(2) 図 3 は入射時の Beam の広がり  $\sigma_E$  と大地上の広がり  $\sigma_g$  との関係及び大地上の強度を示したものである。入射ビーム中が教入の場合、地上空間分布は数十倍に広がり、 $\sigma_E$  が 10  $\lambda$  以上では入射時の広がり に比してそれ程広がらない。

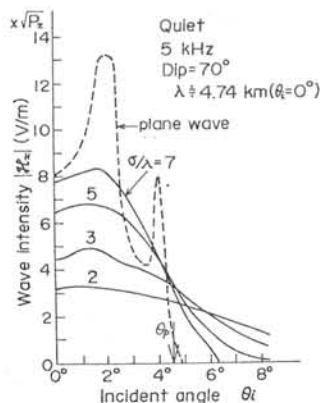


図 4 ビームの入射角と大地上の磁界強度

(3) 図 4 は入射角  $\theta_i$  と大地上の最大強度の関係を示したもので、この図から Transmission cone 角は  $\sigma_E$  の関数となる。 $\sigma = 2 \lambda$  の場合、Snell's law よりもその値は 2 倍にもなる。

以上、講演では、計算法のテクニックを含

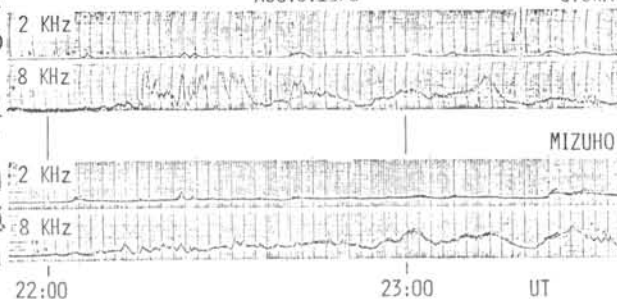


図 1 昭和、みずほにおける VLF ヒスの観測例

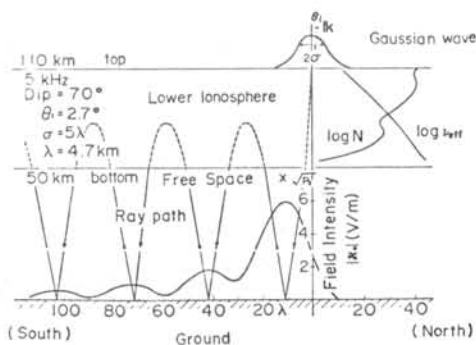


図 2 Gaussian beam 波入射による大地上の空間分布

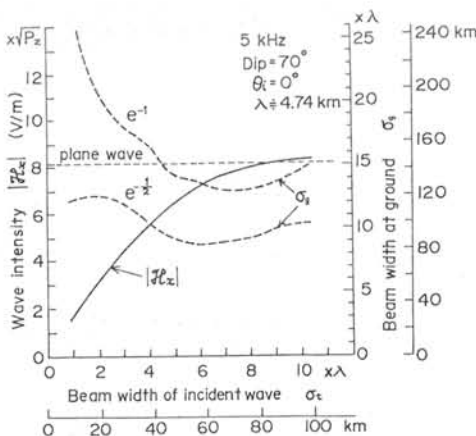


図 3 入射時と大地上のビームの広がり関係

めて Gaussian beam 波の伝搬特性を検討する。参考文献

(1) 中村、木村: 電気学会理論研究会資料 EMT-76-1

# 昭和基地とアイスランドにおけるELF-VLF放射の共役性

佐藤 正彦<sup>1)</sup> 平沢 威男<sup>2)</sup> 佐藤 夏雄<sup>2)</sup> 福西 浩<sup>2)</sup> 前沢 潔<sup>1)</sup>

1) 山形大学理学部 2) 国立極地研究所

1977年7月30日から9月18日まで昭和基地とアイスランドのフサフェルにおいて共役点同時観測が行なわれた。ここではこの時に得られたデータをもとに、ELF-VLF放射についての共役性について報告を行なう。

観測期間は1ヶ月半余りにわたって行なわれたが、実際に両地点で比較し得るに足るデータは、約25日間に限られる。これらデータの中には、コーラス・ヒス・QPEミッション等興味ある現象が見られる。

下には典型的な2つの例を上げている。図1は周波数帯・強度的にもほぼ同じで、カットオフも同時刻に見られ非常に対応の良いQPEミッションの例である。一方、図2は両地点において周波数帯・強度・現象的にも全く対応のない例である。

このように両地点のフェーススペクトルを比較することは波動の発生、伝搬機構等を研究していく上で重要な意味をもつ。

詳しい結果については講演当日に報告する。

AUG 8 1977

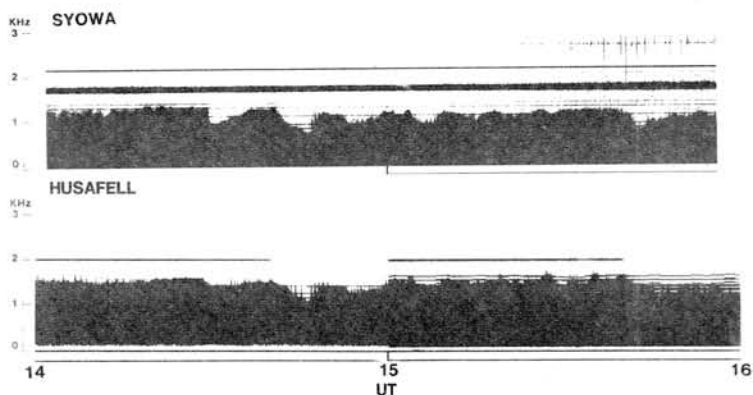


図 1

AUG 9 1977

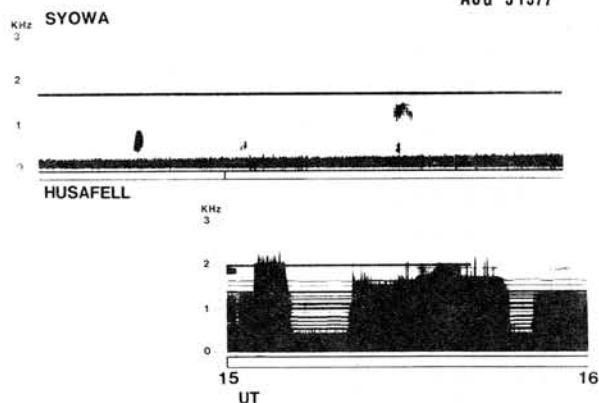


図 2

## 昭和基地とアイスランドで観測された共役点オーロラの比較 (2)

巻田 和男  
拓殖大学

平沢 威男 藤井 良一  
極地研究所

前回の極研シンポジウムにおいては、昭和基地と Husafell (アイスランド) で同時に観測された、オーロラのうち  $5577\text{\AA}$  line についての共役性を調べ発表したが、今回は、 $4861\text{\AA}$  の  $H\beta$  line についての共役性を調べたので、その結果を発表する。

### 一観測データの解析一

1978年8月20日より9月27日までアイスランドの Husafell と南極の昭和基地で同機種の掃天フォトメーターを用いてオーロラ観測が行なわれた。この期間のうちで、2点でオーロラが同時に観測された日は9/2, 9/4, 9/10, 9/11の4日間であり、これらの日に観測された  $H\beta$  line の共役性について掃天フォトメーターのデータをもとに等高線図・濃淡表示図と作成し、比較を行なった。

### 一結果について一

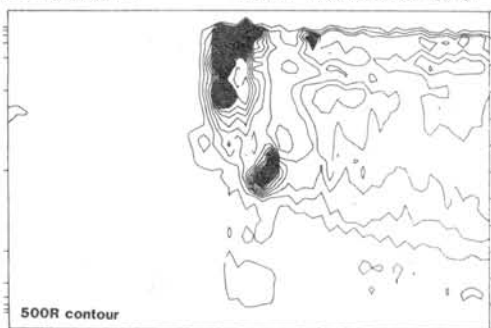
結果の一部を下に示しておいた。4つの図のうち左側の上下の図は、Husafell と昭和基地

で観測された  $5577\text{\AA}$  によるオーロラの比較図でありこれについては前回報告したが、右側の上下の図は同期間に観測された、 $H\beta$  line によるオーロラの比較図である。

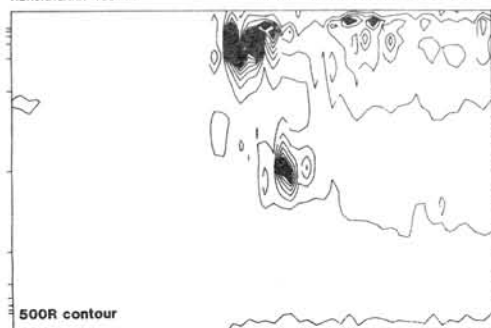
これによると  $H\beta$  line の明るい領域(黒い部分)は Husafell・昭和とも  $5577\text{\AA}$  line の明るい領域(黒い部分は  $3\text{KR}$  以上)よりやや低緯度側に存在しており、又  $5577\text{\AA}$  line の場合と同様に、 $H\beta$  line の明るい領域は Husafell より昭和基地の方がやや高緯度側に見られる。他の例においてもこのような傾向が見られ、 $5577\text{\AA}$  line で得られた共役性の結果と  $H\beta$  line で得られた共役性の結果とはさほど大きな違いが見られないように思われるが、今後更に詳しく検討していきたい。

なおこのデータ解析に当り、谷口氏(東大理)の御協力を得たことをお礼の方につけ加えておきます。

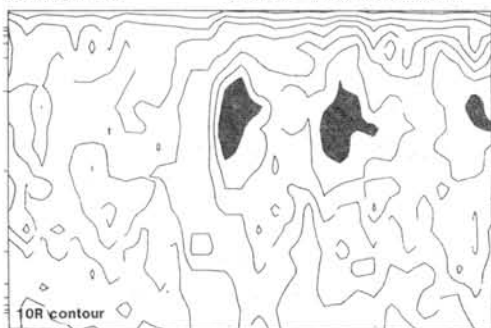
AURORAGRAM (5577) HUSAFELL 78/09/10 23:16 - 23:46



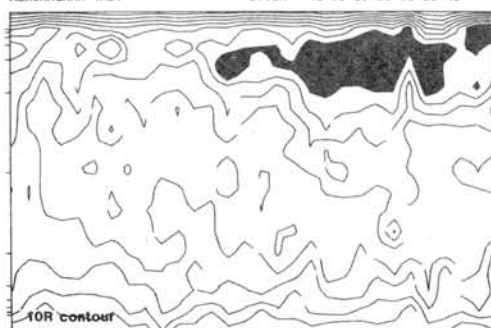
AURORAGRAM (5577) SYOJA 78/09/10 23:16 - 23:46



AURORAGRAM (Hβ) HUSAFELL 78/09/10 23:16-23:46

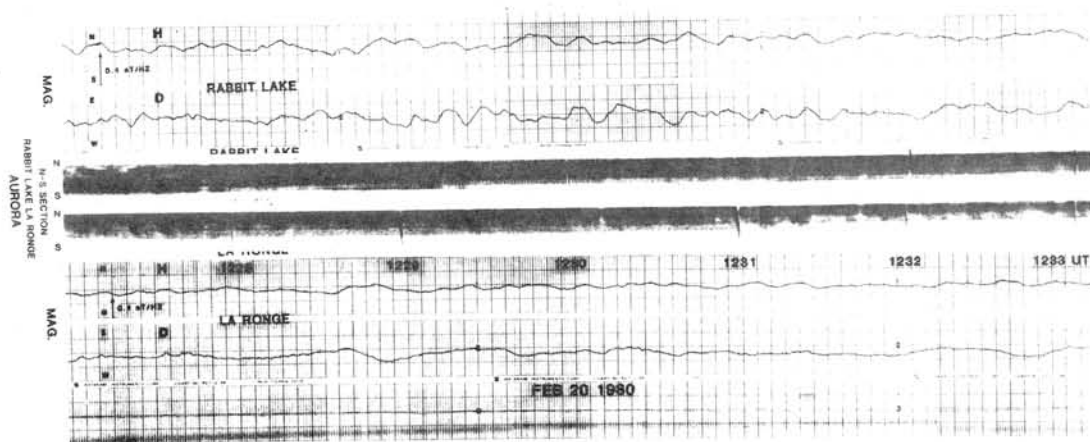


AURORAGRAM (Hβ) SYOJA 78/09/10 23:16-23:46



# Pulsating Aurora のモード, 及び関連する地磁気変動

小口 高・東大理



TV観測によれば Pulsating Aurora は少な  
くとも

1. Pure Pulsation
2. Poleward Propagation
3. Streaming
4. Flooding
5. Equatorward Propagation
6. Flaming

に分類できるとが判る。

これらの種類は、或は類似の物理機構によ  
るものもあるであろうし、又、全く異なる物  
理機構を考へる必要がある場合もある。物  
理機構の類似、或いは相異を調べるために、  
ULFやVLFの波動との関係の仕方を明ら  
かにするのは、地上観測の重要なテーマであ  
り、ここでは、主としてこれらの mode が地  
上で観測される地磁気変動とどのような関係  
にあるかを調べる。

図は 1980 年 2 月 20 日の、ラビットレイク  
(geomag. lat. 68.1°, long. 311.7°) 及びラ・ロンジェ  
(geomag. lat. 64.8°, long. 311.0°) に於ける、オ  
ーロラの同時観測に基づく Meridian display. 及び  
それぞれの実地の地磁気変動を示している。  
ラビットレイクでは poleward propagation が準  
拠し、同時にラ・ロンジェでは Equatorward  
Propagation が見られる。ラビットレイクでの

Poleward Propagation に対応する地磁気変動は主  
として 2. E-ward 又は E-E-N. ward deflection であ  
り、ラ・ロンジェでの Equatorward Propagation に  
対応する地磁気変動は主として 2 N-ward deflection  
であることが判る。

現在までの所、

1. Pure Pulsation, Poleward Propagation に対応する  
主として S ~ E 間の deflection,
2. 東西方向の streaming, Flooding に対応する  
N-ward deflection,
3. Equatorward Propagation に対応する N-ward,  
及び E-ward, E-S ward deflection などの対応  
が知られてきたが、オーロラ出現位置によ  
って deflection の向きは次第に変化するもので、更  
にこの点の研究が重要であると考えられる。

# オーロラE層電子密度不規則構造のレーダ観測

小川 忠彦 五十嵐 喜良  
電波研究所

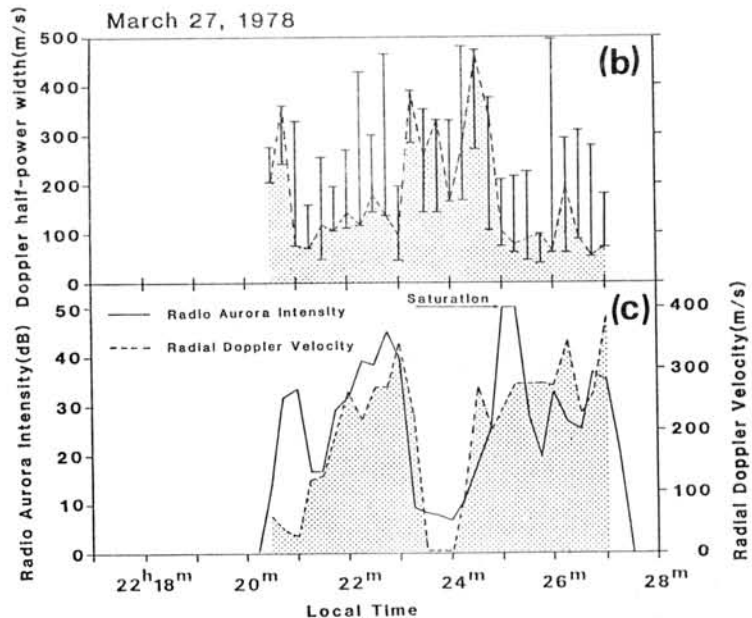
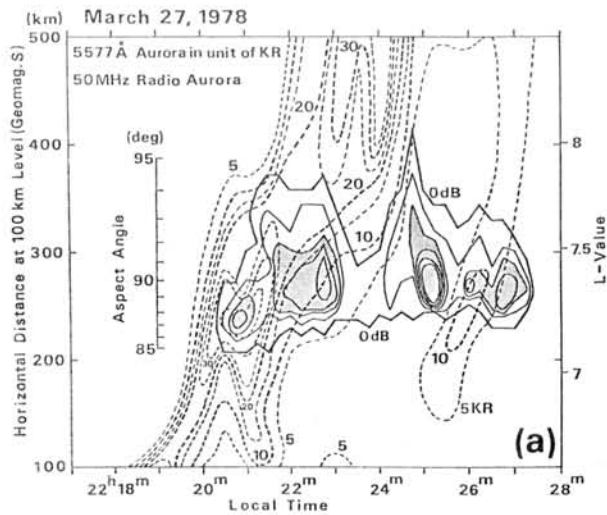
オーロラ活動に関連してE層高度に出現する電子密度不規則構造の運動と発生機構の解明を目的とした50MHzのドップラレーダを1978年に昭和基地に設置し、約1年間観測を実施した<sup>1),2)</sup>。今講演では3月27日(S-310JA-7発射日)に取得したみすほ基地上空のレーダエコーの解析結果について報告する。

昭和基地のmeridian scanning photometerで測定した5577Å光オーロラ強度(破線、5KR毎)とエコー受信強度(実線、10dB毎)の等高線図を図(a)に時間-距離座標で示す。エコー強度20dB以上の個所は濃くしてある。光と電波のオーロラは必ずしも空間的に一致せず、特に24<sup>m</sup>30'-25<sup>m</sup>30'では逆相関となつてゐる(これは全天カメラ写真との比較からも言える)。エコーのドップラスペクトル解析結果を図(b)と(c)に示す。図(c)の実線は各時刻における最大のエコー強度( $P_m$ )、破線はその平均ドップラ速度( $V_d$ )である。 $V_d$ からレーザビームに直角方向(東西方向)の電場 $E$ が推定できるが、図(c)の場合 $E$ は西向きである。 $P_m$ と $V_d$ は相関がよく不規則構造の振幅 $\langle \Delta N_e \rangle \propto P_m$ は $E$ に強く支配されていることが判る。図(b)はスペクトル幅 $\Delta V_d$ ( $N_e$ 乱流の程度)の時間変化を示す。15秒毎の縦線は245-345kmのエコー距離上で、15km毎に求めた $\Delta V_d$ データ点の広がり(破線)を示し、破線は(c)の破線に対応した $\Delta V_d$ を表す。図(b)と(c)の比較から、 $P_m$ が大きい所では $\Delta V_d$ は小さく( $< 100$  m/s)、 $P_m$ が小さくなると大きくなる傾向が見える。これは $E$ が強いとtwo-stream型不安定が発生し<sup>3)</sup>  $\Delta V_d$ が小さくなり、 $E$ が弱

いとcross-field型が卓越して $\Delta V_d$ が大きくなるという従来の実験的理論的結果と一致する。講演ではレーダで見た不規則構造の発達と消滅過程についても言及する。

## 参考文献

- 1), 2) Igarashi et al., Mem. Natl. Inst. Polar Res., Special Issue No. 18, 1981. 3) Ogawa et al., ibid.



## KYOKKO による auroral substorm の観測

金田 肇 彦 (東京大学理学部地球物理研究施設)

平尾 邦 雄 (東京大学宇宙航空研究所)

国際磁気圏観測年(IMS)に参加した日本の同観測年に於ける特別観測の一つの柱である KYOKKO (EXOS-A) による磁気圏・電離圏結合系の観測は、同衛星が打上げられた

1978年2月から、その観測停止に至る1979年11月迄の間、順調に行われ、数多くの重要な観測記録の取得がなされた。同衛星による観測の中で特色のあるものの一つに、オーロラ観測史上初の試みである、真空紫外光でのTVカメラによるオーロラの総観的撮像観測が挙げられる。このTVカメラによるオーロラの南北両半球での観測は、重量・電力等の制限から、残念ながら行う事は出来なかったが、上記の観測期間中、128秒の時間分解能を有するオーロラ画像データを合計約20000枚取得する事が出来た。この量はISIS-2が約7年間の観測期間中に取得したオーロラ画像データの全量を遥かに凌駕する量である。

この真空紫外光オーロラ撮像観測装置(ATV)から出力される画像データは176x198画素、諧調6ビットのデジタル画像である。ATVの撮像系による写像歪み及び撮像管での走査歪みを含むこの画像は、歪補正後に、256x256画素、諧調6ビットの画像データに復原される。この復原画像に対して、衛星の軌道計算に基づく位置決定並びに、太陽センサー、地磁気姿勢計のデータに基づく姿勢決定によって、地磁気座標系へ経緯緯の挿入が行われ、他の観測データとの対応を議論する事が出来るデータ・ベースになる。然し乍ら、この version では KYOKKO が楕円軌道をとって居る為、イメージサイズ等が一定ではない等の統計処理に不便な面が存在する。この為に final version として規格化サイズの Polar-stereo 投影画像を作成して画像データの1次処理を完了させる。以上の全処理は、大型計算機を使用した場合でも、1枚当り約10分のCPU時間が必要である為、実際の処理には甚大の時間が要求される関係上、一律の処理は現実性を欠き、或る程度の選択

処理を行わざるを得ないのが現状である。

上記の理由により、或る程度限定されたデータ・セットに就いてではあるが、KYOKKO による auroral substorm の観測に於いて特徴的な事は、substorm expansion phase の限られた時期以外では、oval の aurora system 全体が変動する事は余り認められないが、従来の substorm 像で皆一様切れ目の広域的な変動の存在が明らかになった事である。亦、KYOKKO に於いて同時観測を行って居る降下電子エネルギー・スペクトルのデータとの対応より、従来のこの種の共同観測を行った ISIS-II の観測結果に基づいて提唱されたオーロラの形態分類と入射電子エネルギー・スペクトルとの相互関係に於いても改めてその関係に就いての解析が必要である事が明らかになって居る。

今回は、これ等の観測事実の中からオーロラサブストームの総観的様相に関連する事柄の中で、

- i) expansion on-set 以前より存在するオーロラアーチの afternoon branch (non-nightside origin) の activation の様相、
- ii) dusk 領域より夜側に於いて観測される、substorm expansion に関連の、discrete のオーロラの eastward motion (oval の高緯度側に沿って発生する) 等の事実を中心に、発表を行う。



# KYOKKOによる低エネルギー電子観測からみた 沿磁力線電場及び電流の特徴

向井利典・平尾邦雄  
(東大 宇宙研)

discrete aurora を作る降下電子フラックスのエネルギー分布がしばしば keV 領域にピークを持ち、しかも、そのピーク・エネルギーが E-T spectrogram で "inverted V" 形の変化をすることは今まで多くの人々によって示されてきた。この inverted-V 構造は沿磁力線電場による粒子加速を示唆している。ここでは、科学衛星 "KYOKKO" による低エネルギー電子観測結果について述べる。図1は降下電子の E-T spectrogram で、観測された inverted-V がさまざまな duration を持つことを示している。これは、KYOKKO の軌道傾斜角が  $65.3^\circ$  であるため、場合によってオーロラ・アークに沿って観測したり、横切ったりすることによる。前者の場合、duration が長くなり、後者では短くなる。長い場合、そのピークエネルギーの変化は一般的に少なく、これはアークに沿っては沿磁力線電場がほぼ一様であることを示していると思われる。inverted-V の観測頻度の空間分布は、pre-midnight で最も多くなるが、昼間側でも高緯度で観測される。但し、正午とはさんで午前と午後で非対称であり、沿磁力線電場生成の鍵となる電流と関係があると思われる。

次に沿磁力線電流についてであるが、従来、下向き電流の正体についての観測結果が報告されていない。KYOKKO では時々、局在化した上向き低エネルギー電子フラックスを観測した。その空間分布を図2に示すが、これは Iijima & Potemua の図と比較すると、下向き電流のパターンと consistent であり、大変興味深い結果である。なお、この電子のエネルギーは時々 100 eV まで見られる(電流を荷なっているエネルギーは 10 eV 以下)。

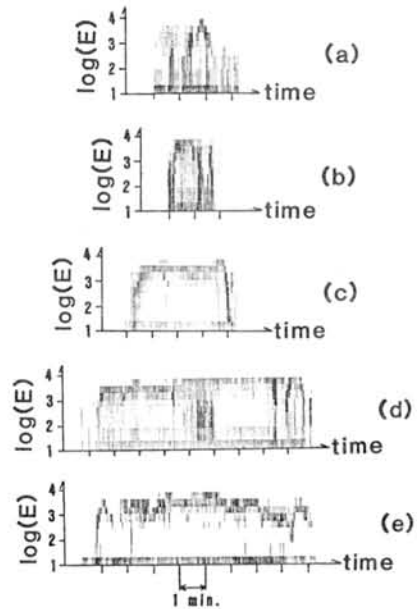


図1. さまざまな duration の inverted-V

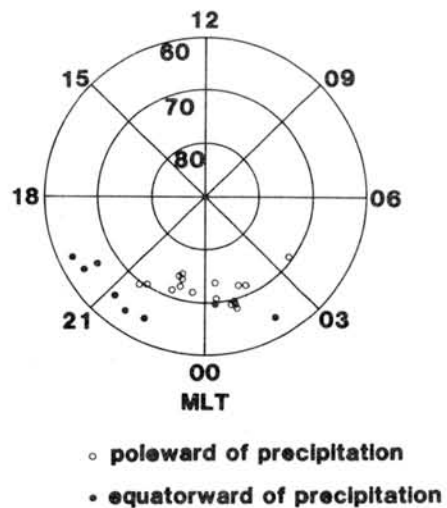


図2. 局在化した上向き電子フラックスの空間分布



# ダブルレイヤーによるオーロラ電子加速の室内実験

大山素宏, 中村良治 (東大宇宙研) R.L. Stenzel (UCLA)

極域に降下するオーロラ電子が  $1 \sim 10$  keV に加速されたものであることは良く知られており、そのメカニズムとしてダブルレイヤー (DL) や異状抵抗等が盛んに研究され、人工衛星による直接観測<sup>1</sup>も行なわれている。その結果、オーロラ帯上空約  $1 R_E$  には局在化した沿磁力線電場 (DL) が存在し、等電位線が U 字型をした構造を持っていることが推定されている。

DL については理論的研究<sup>2</sup>の他、無磁場や一樣磁場中での室内実験<sup>3</sup>が行なわれているが、磁気圏物理学の立場からは、ミラー磁場中での模擬実験が重要となる。ここに行なわれた実験は、その点が考慮された最初の実験である。

実験装置の概略を図 1 に示す。長さ 1.5 m のチャンバー内には、2 つのプラズマ源が置かれ、左側の中央には直径 6 cm の永久磁石 (表面で 2 KG) がつり下げられている。右側の陽極電位  $V_a$  を左側に対して上げると、中央のグリッドを通して、磁石に向けてイオンビームが入射する<sup>5</sup>。

このとき、磁石前面に置かれた円板電極のバイアス  $V_m$ 、ビームの加速電圧  $V_b$  によって電位差  $\phi$  が定まる安定な DL が生成された ( $1 \leq \phi/kT_e \leq 25$ )。

図 2 に磁場と等電位線の様子を示す (0.5 KG

の磁石の場合)。DL は中心軸上の  $z \approx 30 \lambda_D$  に位置し ( $E \parallel B$ )、他の領域では等電位線は磁力線にほぼ沿った分布 ( $E \perp B$ ) となっており、全体としては、磁気圏で考えられている U 字型を示している。

電子は DL によって加速されて、磁力線に沿って円板電極に向けて流れ込む。

イオンビームは、磁気圏尾からの MHD 的なフォトン流 ( $kT_i \approx 5$  keV) に対応し、 $V_m$  は、太陽風-磁気圏発電作用の生ずる電離層電位に対応する。

ヘルムホルツコイルによる外部磁場 ( $1 \sim 70$  G) は、壁の影響を除くこと、ビーム密度  $n_b/n_e$  を上げることを目的として印加されている。

エネルギー分析器による測定は、磁石-DL 間には捕捉電子がほとんど存在しないことを示す。これは 2 次元 DL の特徴である。

また、磁気圏での条件と同様に、電離作用が DL 生成のメカニズムの本質でないことが、アフターグロー中での DL 生成、 $V_m$  の上昇だけでは DL は生成されない、等から示された。

1. Mozer et al., Phys. Rev. Lett. **38**, 292 (1977)
2. Block, Cosmic Electrodyn. **3**, 344 (1972)
3. Quon & Wong, Phys. Rev. Lett. **37**, 1393 (1976)
4. Stenzel et al., Phys. Rev. Lett. **45**, 1498 (1980)
5. Nakamura et al., J. Appl. Phys. (March 1981)

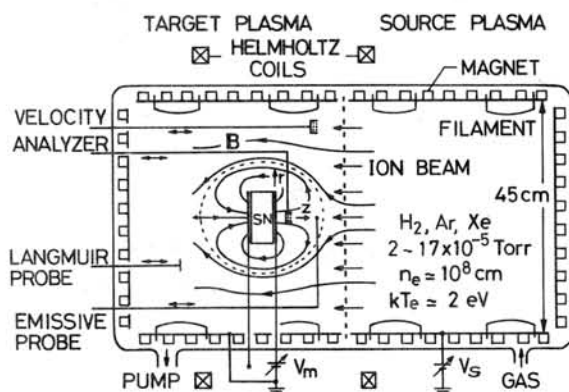


図 1 実験装置 エミッシアフローによって、電位が測定される。

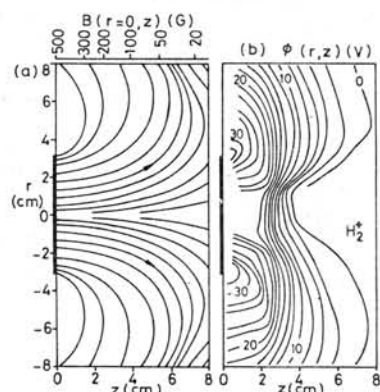


図 2 (a) 磁場分布 (b) 等電位線の分布。DL は  $z \approx 3$  cm に生じている。

## プラズマ圏低温プラズマの高エネルギー粒子降下に対する役割

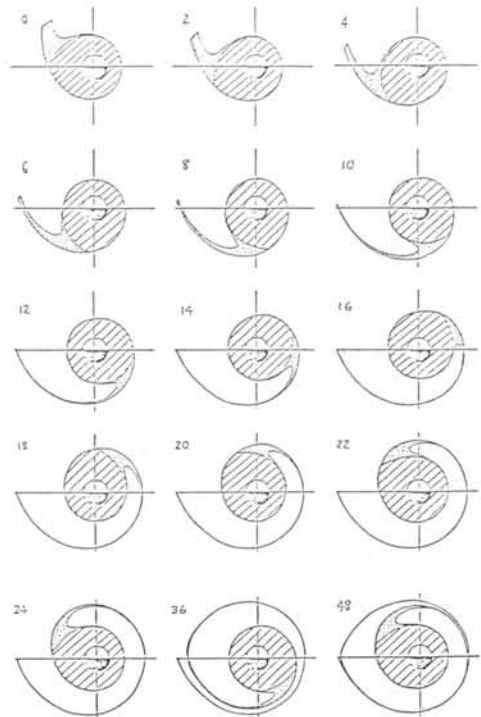
丸橋 克英 (電研研究所)

磁気圏の高エネルギー粒子とプラズマ圏の低温プラズマの相互作用は電離層の構造を決定する重要な因子の一つである。例えば、プラズマポーズに相当する緯度で見られる電子密度のトラフは、両者の相互作用による電離層の加熱が原因と考えられる。ところが、赤道面におけるプラズマ圏は磁気圏の電場の変化によって複雑に変形するのに対して、電子密度のトラフではこれに対応する変形が観測されることは稀である。この理由の一つとして、プラズマ圏の低温プラズマの密度が両者の相互作用をコントロールしていること、すなわち、プラズマポーズの変形に伴って内部のプラズマ密度が低下すれば、高エネルギー粒子の受ける作用は小さくなるということが考えられる。

最近 ISIS 2 の観測による Detached Arc というオーロラオーバルからアークが低緯度側へ伸びている現象が報告されている。(Moshupi et al., 1979; Wallis et al., 1979) この現象はプラズマポーズの変形と類似性が見られ、その関連性が考察されている。

プラズマポーズの変形は、磁気圏電場の変化によっていろいろな様相を示すと同時にその変形のしかたによりプラズマ密度も大きく変化する。ここではプラズマポーズの変形とそれに伴うプラズマ密度の変化を計算し、Detached Arc の観測結果と比較する。

比較的長時間(数日程度)の地磁気静穏期間の後に Detached Arc の観測例が多いことはプラズマ圏の低温プラズマの重要な役割を示唆している。下の図は、プラズマ圏の変形についての一例を示す。



### 参考文献

Moshupi, M. C., C. D. Anger, J. S. Murphree, D. D. Wallis, J. H. Whitteker, and L. H. Brace, Characteristics of trough region auroral patches and detached arcs observed by ISIS 2, JGR 84, 1333-1346, 1979.

Wallis, D. D., J. R. Burrows, M. C. Moshupi, C. D. Anger, and J. S. Murphree, Observations of particles precipitating into detached arcs and patches equatorward of the auroral oval, JGR 84, 1347-1360, 1979.

# 環電流のサブストーム強度への影響

笹村義孝

京都産業大 理学部 物理

惑星間磁場の南北成分がサブストーム強度に対して重要な要素であることは多くの研究から明らかにされてきた。しかしながら惑星間磁場の急激な南向きによって起されるサブストーム強度と環電流の事前の大きさとの明確な依存性は現在迄の時点では明らかにされていない。惑星間磁場の急激な南向きが起る以前の環電流の大きさが、惑星間磁場の南北成分とサブストーム強度の関係に如何に影響を与え得るかを、1966年から1971年迄の1時間平均値を用いて調べた結果について報告する。太陽風の動圧の急激な変化(例えば、SC, SI等)に伴ってサブストームが起り得る(Kawasaki et al, 1971; Burch, 1972; Kokubun et al, 1977)

ことから、前回の解析に於いては出来る限り惑星間磁場の急激な南向きによる効果を抽出する為、選択基準として下記の条件を用いた。  
(1) 惑星間磁場の急激な南向きが起る前後の太陽風の動圧が比較的変動のないこと。

(2) 惑星間磁場は、その急激な南向きが起る前、少なくとも4時間以上は $+1.9^\circ$ 以上の北向き状態を維持していること。

今回の解析ではDst指数が $-30^\circ$ から $-50^\circ$ 迄の領域に入る事例を付け加え前回の結果を更に明確なものにした。但し、用いられる事例が少ない為、選択基準の(2)は下記のように少し緩和した。

(2) 惑星間磁場は、南向きが起る前少なくとも3時間以上は北向き状態を維持していること。更にその北向き成分は出来る限り大きいこと。

第1図は惑星間磁場の南向き部分の単位フラックスあたりの $AE$ の大きさとDstの関係を示したものである。但し、 $\times, \circ$ 印は今回付け加えた事例である。図から明確なように両者はかなり良い相関を示している。次の重要な結果が得られる; サブストームの発達の場合には惑星間磁場の急激な南向きが起る以前の環電流の大きさに依存する。言い換えると、惑星間磁場の南向き部分のフラックスが僅かであっても環電流が十分に発達している時には大きなサブストームが起り得る。このように環電流はサブストーム強度に対して惑星間磁場の南北成分と同様に非常に重要な要素である。

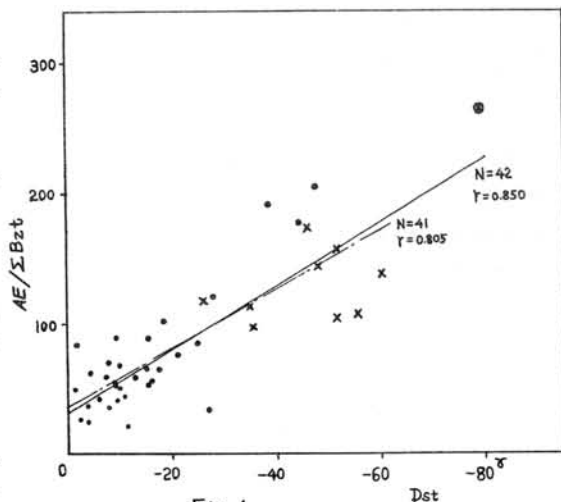


Fig. 1

# IMS 期間中の大磁気嵐の解析

飯島 健 (東京大学理学部)  
国分 征 (東京大学理学部)

IMS 地上観測網 (アラスカ, エチオピア, フォートハルビン等) のデータと地磁気成分 1 分間資料と, シンチメータ分布の標準地磁気観測網のデータと資料を用いて, 極冠域の電流と電圧 (電圧) 電流と電圧帯の電流と電圧の空間的・時間的変異性と両者の関係の特性・周期性を解析した。

このは, 予て 1978 年 April 30 - May 3 にかつて発生した大磁気嵐現象を取り上げ, 以下の予てを報告する。

(1) Two-cell 電流の equatorward expansion が長期間にわたって発生し, 擾乱の年長に及ぶことがわかった。

(2) この時期に, midnoon MLT 領域の polar-cap 付近に East-west current fluctuation が起こり発生し, これ equatorward shift をする。

(3) このとき, midnight MLT 付近に westward auroral jet が発生し poleward expansion をするが, dayside には, 2-cell 電流の equatorward expansion が発生している。

(4) Disturbances, final stage となる two-cell current の equatorward expansion がやみ, 同時に westward electrojet の poleward expansion (この時に極冠域の expansion とは関係ない) が, おおむね, 同時に, 同時に lastward electrojet の poleward expansion が起こる。この予ては, lastward electrojet の two-cell current の equatorward expansion とは関係ない。

以上の事実が, この大磁気嵐の magnetic substorm の発生過程と, 電磁圏の擾乱の全体的な状況を明らかにする。

SINGLE-, DOUBLE-, and TRIPLE-SHEET FIELD-ALIGNED CURRENTS  
in the DAYSIDE CUSP REGION

R. FUJII (NIPR) and T. IIJIMA (UNIV. of TOKYO)

DAYSIDE (CUSP) REGION の FIELD-ALIGNED CURRENT (FAC) については その形態及び 惑星間空間磁場等との関係等、未だはつきりしていない。

今回の発表では、TRIAD により得られた磁場データを用いて、DAYSIDE の FAC についてその特性を調べた。(北半球)

FAC の種類としては単層(電離層のみで上向き又は下向き)、二重層(高緯度側に上向き、低緯度側に下向きの対電流又はその逆)及び三重層(高緯度側から上向き、下向き、上向き電流又はその逆)について考えた。  
特性としては

- i) 三種類(単・二・三重層)の FAC の IMF  $B_y$ ・ $B_z$  との関係 (MLT-INV 分布)
- ii) 単層 FAC と二重層 FAC の出現は何によって決まるか(単層と二重層の違いは何か)  
二重層と三重層 FAC の出現は何によって決まるか  
について調べた。

その結果として

- i) 単層構造のものに関しては、

下向き電流は午前側に、上向き電流は午後側に分布するが、その境目は、 $B_y$  の符号により移動する。  
 $B_y > 0$  : 境目 12~13 MLT  
 $B_y < 0$  : " 10~11 MLT

- ii) 二重層構造のものに関しては、

- ・ IMF  $B_y > 0$  のときは 9-15 MLT で高緯度側に上向き、低緯度側下向きの電流対が dominant である、
- ・  $B_y < 0$  のときは 9-15 MLT で高緯度側に下向き、低緯度側に上向きの電流対が dominant である。

- iii) 三重層構造のものについては

- ・ IMF  $B_y > 0$  のときは 9-15 MLT で高緯度側から上向き、下向き、上向きの電流対が dominant である、
- ・  $B_y < 0$  のときは 9-15 MLT で上記と逆の電流対が dominant である。

- iv) 単層構造のものが出現するか、二重・三重構造のものが出現するかは、IMF の条件だけでは決らず、磁気圏内の activity が関係する。

詳細は講演で述べる。

# MAGSAT 衛星を観測した field-aligned currents と substorms

福島 通, 飯島 健 (東京大学理学部)  
藤井 良一, 松井 治男 (国立地理院)

MAGSAT 衛星 (NASA が 1979 年 10 月 30 日打上、初期軌道は遠地点高度 561 km, 近地点高度 352 km, 周期 93.726 分, 軌道傾斜角 96.26°) に搭載したベクトル磁力計が 1979 年 11 月初 - 1980 年 6 月初に 2 ケ月観測した地磁気データ (16 samples/sec/axis, 精度 6 nT 以下) が, NASA の MAGSAT 衛星資料国際共同利用研究に参画, 登録された日本 MAGSAT 研究チームに提供された。

MAGSAT 資料から観測初期の (1) 高度精度別 (2) CHRONINT データ (3) を用いて field-aligned current 固有特性を調べた, 結果と substorms との関係を主眼として以下に解析の結果が示された。

(1) 既に Triad 衛星を用いた磁場観測が知られてきたように基本的な磁場から電流系 (Region 1, Region 2 電流) はほぼ常時存在することが確認された。

このうち, Region 1 電流は比較的安定に存在し, 電流より卓越するに反し, Region 2 電流 (equator 側) は substorm activity と関連したより激しい変動を示す。

(2) Region 1, 2 共に夏季球の方が冬季球より大きな電流を示す。

(3) 冬季に夏季球の dawn MLT には電流密度が低く, Region 1, 2 の逆の傾向に重なり出現している。

(4) 南北両半球 (図) は異なると, 非対称的であり, 電流密度の dawn-dusk asymmetry が生じる。

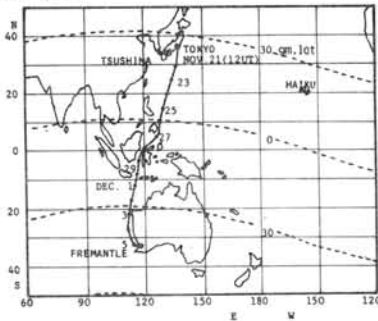
以上の事実が地球の電磁圏・磁気圏に及ぼす implications について考察する。

# 南極観測船「ふじ」におけるオメガ電波の船上観測

大谷 晃(電波研大吠電波観測所) 菊池 崇(電波研究所)  
野崎 寛郎(電波研究所) 加藤 清治(電波研大吠電波観測所)

南極観測の一環としてVLF電波の観測が実施されている。今回はオメガ電波の船上位相測定データを解析しその結果が得られたので報告する。

オメガ電波の位相日変化量の近距離から遠距離への距離特性と低緯度を東から西へ伝搬する際の異常、赤道を横切る際に現れる異常等を調べる目的でTSUSHIMA-13.6 kHz (Japan) と HAIKU-13.6 kHz (Hawaii) を選んだ。測定コースはオメガ1図に示すように東京からフリーマントル(オーストラリア)までの区間である。図中の黒丸は12時(UT)の船の位置を示す。



オメガ1図 船の航行コース

HAIKU にはサイクルスリッピングが現れ、磁気赤道付近で発生頻度が最大となり、Fremantle 入港停泊中にも連日、日出没時に発生した。オメガ2図に磁気赤道付近でのサイクルスリッピング発生状況を示す。図中のC.S.はサイクルスリッピングを示す。

TSUSHIMA にはサイクルスリッピングは発生しなかった。

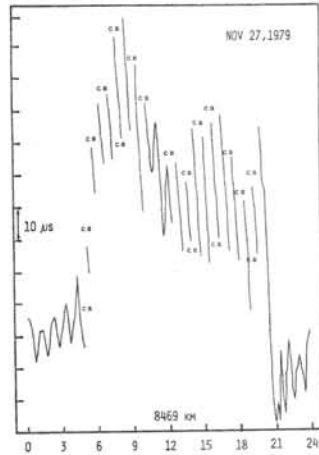
サイクルスリッピングの原因として三つ考えられる。

1. オメガモードがオメガ1モードより卓越する時
2. 逆回り伝搬波との干渉
3. 受信機の誤動作

2.については大吠電波観測所における実験で逆回り伝搬波を除去(Cardiod antenna 使用)してもサイクルスリッピングが発生し

たことから可能性は小さいと思われる。

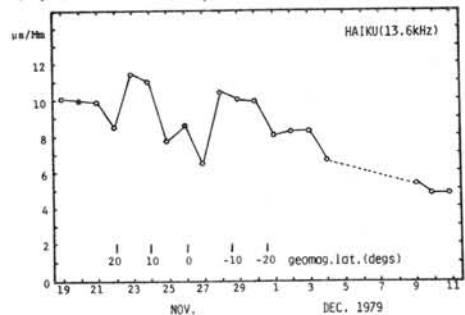
3.については信号強度が弱くなっても TSUSHIMA には発生しないことから受信機は正常に動作している。



以上のことから HAIKU のサイクルスリッピングは低緯度を東から西へ伝搬する際に地球磁場の影響によってオメガ2モードがオメガ1モードより卓越するときに発生するものと考えられる。

オメガ3図に1Mm (Mm=1000 km)

当りのHAIKUの位相日変化量の距離特性を示す。中緯度における値は約8 μs/Mmであることが知られているが東京では10 μs/Mmで標準値を上まわっている。これはオメガ1モードが低緯度を東から西へ伝搬する際、位相速度が地球磁場の効果を受けるためである。Fremantle での値は5 μs/Mmで異常に小さい。またTSUSHIMAの東京における値は18 μs/Mmで多モード伝搬を示し、Fremantleで5.5 μs/Mmである。REUNIONの犬吠での位相日変化量は7.8 μs/Mmで標準値を示す。これらは伝搬方向に強く依存する赤道異常現象と思われる。



オメガ3図 測定期間中の位相日変化量



## SCCに伴う極域擾乱

平沢 威男・国立極地研究所

SCCに伴って励起されるさまざまな極域超高層擾乱 (Magnetic and Auroral substorm, ULF, VLF emission)などは、地球磁場のstep-function的な変動に対するSource Regionの応答をみていることにもなり、極域擾乱一般の発生・伝搬機構を、探るうえで重要な意味をもつ。

SCCによって励起された極域擾乱が、local time によってどのように違ってくるのか、1976~79年に昭和基地で得た、53例のSCC現象について調べてみた。VLFの発生頻度については12h頃をピークにもつ分布が得られたが、ULFの場合(18h頃ピーク)と比較してVLFは、18~24hでもおおよそ同程度の励起がみられるという特徴がある。しかも夜側のエミッションの中には、オーロラヒスのバンドにまで励起が及ぶものがあり、興味深い。またELFとULFと地上の磁場のH成分と対比させてみると、全体の周波数帯の広がりや強度変化は、非常に対応がよく磁気圏のグローバルなCompressionが、波動をModulationしている様子がわかる。またMagnetic and Auroral substormに関しては、図2に示す如く、00h~03h LT頃にSCCに伴うSubstormの励起のピークが認められる。

以上の結果から、さまざまな極域擾乱は、地方時依存性を持つ励起され易い物理的状態の形成が第一段階で、そこにSCCなびtriggerとなる現象をきっかけとして発生するものと考えられる。本講演においては特にMagnetic and Auroral substormの、その物理的状態の形成に関して討論する。

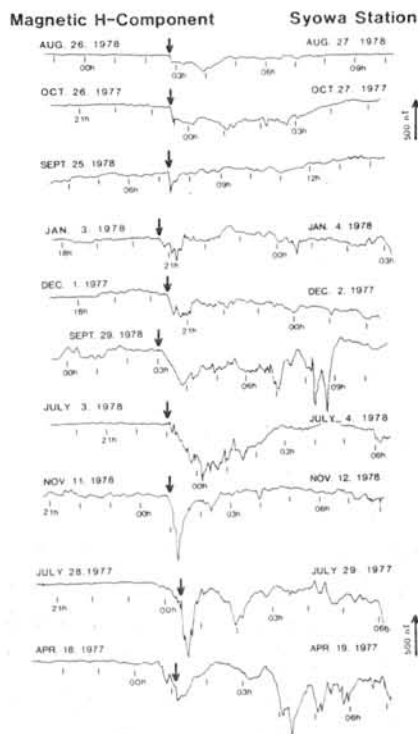


図1. SCCによって励起されたMagnetic Substormの例(昭和基地)。SCCのonset timeは、矢印で示されている。

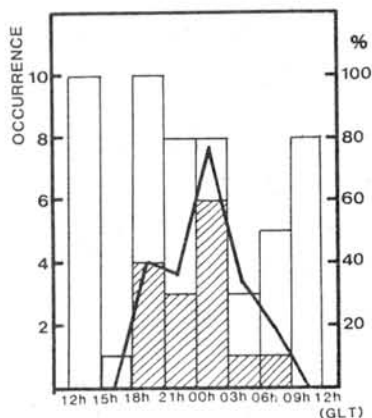


図2. SCCによって励起されるMagnetic Substormの地方時依存性。



## AGCデータの解析

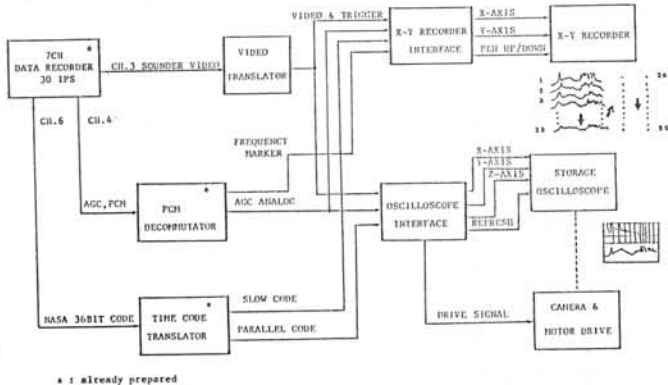
相京和弘，西崎良，丸山隆，猪木誠二，永山幹敏，數馬尚，井出俊行，大瀬正美（電波研究所），平沢威男（極地研究所）

HF帯サウンダ観測のうちサウンダ受信機のAGCデータは地球図に源をもつ極域特有の多様な自然放射についての貴重な情報を提供する。

本講演では、ISIS サウンダデー 9 の今後の処理方法について述べ、1976 年に取得された AGC データに基づき、極域の自然放射の特性について得た予備的な解析結果を報告する。

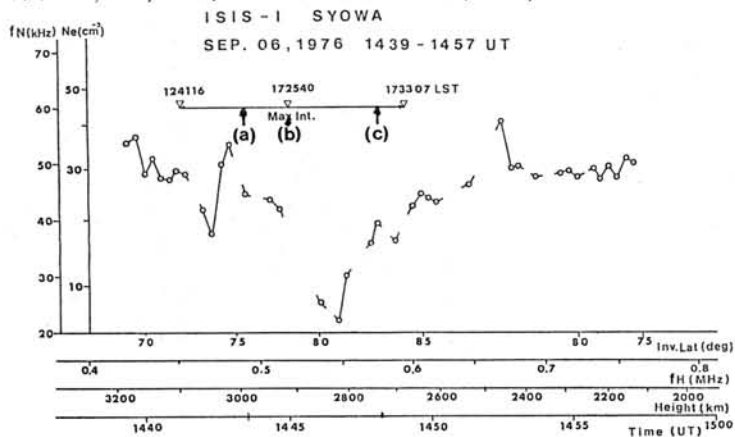
第1図は今年度製作中のデータ処理システムの構成を示す。本システムの特徴はイオノグラムとAGCデータを同時に蓄積管に表木、又はAGCデータペンレコーダで記録するなど、注目すべきデータを抽出、解析する事を容易にした事

第2図は1976年のISIS-1のサウンダゲータ  
中で最も強いAKRと考えられる自然放射が観  
測された9月6日午後(LST)のパスにおける衛星  
点の電子密度 $N_e$ (ビート法から導出)の変化  
と代表的なAGCゲータ及びジオグラム例の  
例である。このパス上の $f_N$ は0.1MHzより低く、  
 $f_H \approx f_T (\approx f_{XO})$ の共鳴スパイク(■で表示)が0.5  
MHzよりわずかに高い周波数に見られ、 $f_H$ と $2f_H$

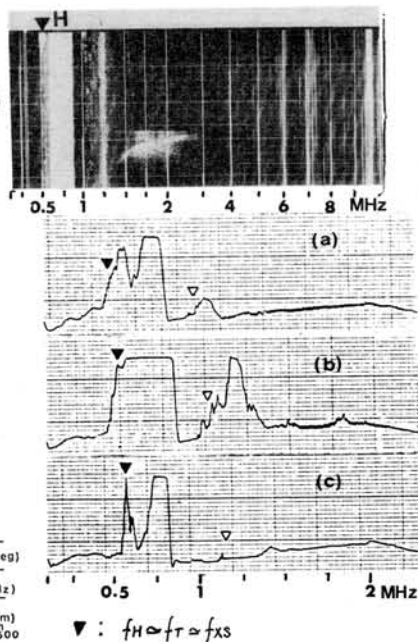


第1図. ISIS サウンディングデータ処理システムの構成

らの軽者帯の強度極大位置は  $f_w$  の極小位置とほぼ一致しており、最近 (1980) の Benson 等の解析結果と符合する。しかし、観測不変緯度は Benson 等の使計結果より高く、ほぼ  $78^\circ$  に極大強度をもつ。現在 ISIS-2 のデータ解析も進めており、詳細な解析結果については講演時にゆずる。



第2図. 昭和基地で取得されたISIS-1の軌道(1976年9月6日)上の  $\nabla$ : 2fH  
電子密度の変化(上)とAGCデータ及びビオグラム(右)の代表例(右)。


$$\nabla : f_H \supseteq f_T \supseteq f_{XS}$$
$$\nabla : 2f_H$$

# 南極域におけるISISイオノグラムの $N(h)$ 解析について

猪木 誠二, 相京 和弘, 西崎 良, 緒方 隆信, 丸山 隆, 平沢 威男

(郵政省電波研究所)

(電研研究所)

I)序 1966年8月電波研鹿島, 1976年4月昭和基地においてAlouette, ISISのデータの受信を開始して以来, 多量のイオノグラムが得られている。しかし $N(h)$ プロファイルを求める事は, 上部電離層の構造を知るためには有効な手法であるにもかかわらず, かなり労力を要する仕事であるがゆえに解析された数はわずかである。ここでは, 近年の計算機の発達及び情報処理技術の進歩にかんがみ,  $N(h)$ 解析の自動化の試みを始めた。ここでは方針及びその第1段階として, デジタルイオノグラムの作成及び共鳴スパイク同定アルゴリズムについて報告する。

II)  $N(h)$ 解析の自動化  $N(h)$ 解析自動化の流れの概念図を下に示す。これは現在当所において稼働している $N(h)$ 解析システムの運用経験等によって明らかになった問題点を改良したものである。解決すべき問題は ① デジタルイオノグラムの作成。② イオノグラムデータの情報量の圧縮。③ 共鳴スパイクの同定。

④ 臨界周波数の探索。⑤ エコ・トレースの抽出。⑥  $N(h)$ プロファイルの評価法。の6つである。今のシステムでは, これらすべて人間のパターン認識の能力に頼っているが, この過程を可能な限り計算機処理に置換える事により, 大量のイオノグラムの $N(h)$ 解析ができる事が期待される。特に, 極域でのイオノグラムはスプレッドしているものが多く, デジタル化する事により閾値の選択で容易にメインのトレースの抽出可能である。

III) デジタルイオノグラムの作成と共鳴スパイクの同定 計算機処理のためビデオ信号をA/D変換してデジタルイオノグラムを作成する。レンジ方向は5km毎にサンプリングし, 周波数はビデオ信号に入っている22個の周波数マーカを計算機に判定させ, 各ラインにおける周波数を内挿する。共鳴スパイクの同定は以下の手順に従う。① レンジ方向のエコ・の長さより共鳴スパイクの可能性がある周波数テーブルを作成。② WMAPより観測位置における $f_o$ を渡し, テーブルより実際の $f_o$ を検索。③  $f_o$ と $f_{min}$ を仮定し, 各スパイク周の漸近式より $f_r, f_{ss}$ を計算する。そしてテーブルから対応する共鳴スパイクを同定する。対応するものがない場合は $f_o$ の仮定の厚層に戻り, 再検索。

IV) 結果 鹿島, 昭和両受信局で受信した約70枚のISIS-IIイオノグラムに, この同定アルゴリズムを適用し満足できる結果を得た。残る4個の問題を解決する事により, 大量イオノグラムの解析ができる事が期待され, また各アルゴリズムのあるものは将来のオンボード処理への道を開くものである。なお, 現 $N(h)$ 解析システムによって, 昭和基地において受信されたイオノグラムの $N(h)$ 解析を56年度に行う予定である。

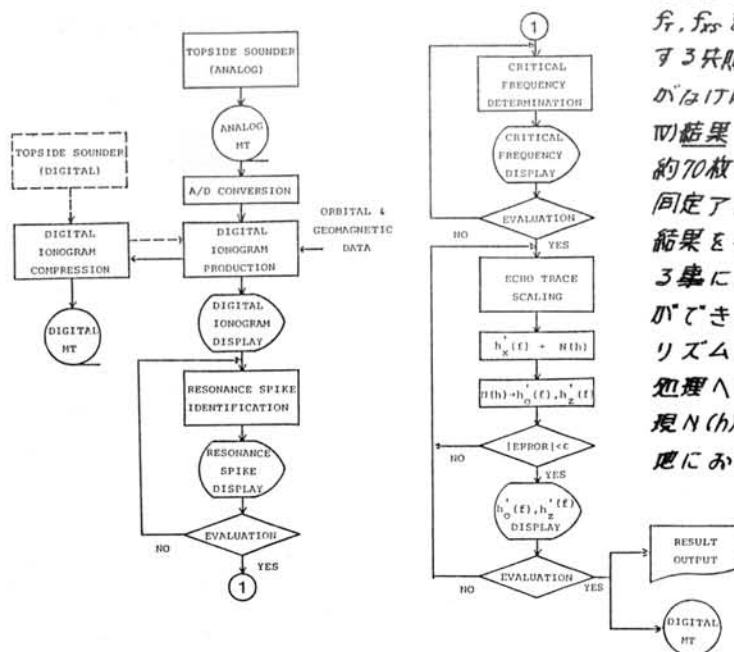


図  $N(h)$ 解析の自動化の概念図

# ISIS 衛星で観測されたコーラスの特性

恩藤忠典、中村義勝、渡辺成昭、村上利光 (電波研究所)

南極昭和基地で受信した ISIS-1 号、2 号の VLF データを用いて、極光帯から中緯度にかけて観測されるコーラスの特性を解析した。

図 1 は 1977 年 9 月 11 日の地磁気地方時 1730 ~ 1800 の間で  $L=5.0 \sim 3.0$  にかけて観測されたコーラスの上限周波数  $f_u$  と下限周波数  $f_l$  の緯度分布を示す。

$L \approx 3.8$  で約 1.0 ~ 2.3 kHz にあったコーラスバンドは、 $L$  が 3.8 より高になると、急に 2.5 ~ 3.5 kHz 帯にとび、 $L$  が大きくなると共に周波数帯が減少しているのが見られる。Buttis (1974) は、CGO-1 号、3 号の VLF データから、コーラスの中心周波数を観測周波数の電子ジャイロ周波数  $f_H$  で正規化し、その磁気圏内の分布を求めた。

その結果、磁気圏赤道面近くでは、コーラス周波数は、 $0.5 f_H$  近くにあるという結論を得た。しかし、上述の ISIS 衛星で観測されたコーラス周波数の緯度分布は、必ずしも Buttis (1974) の結論と合っていないように思われる。

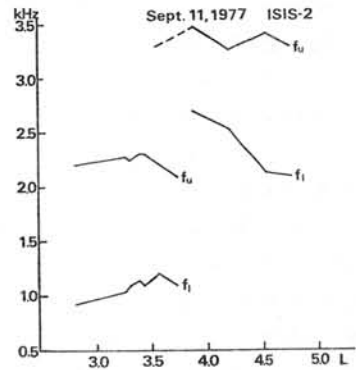


図 1 コーラスバンドの緯度変化 (南極昭和基地で受信した ISIS-2 号のデータ)

# 人工衛星ISIS-1, 2で観測されたVLFリーサーの特性

中川 一之<sup>1)</sup>, 釜田 信<sup>1)</sup>, 福西 若<sup>2)</sup>, 巻田 和男<sup>3)</sup>, 芳野 赴夫<sup>1)</sup>  
 (1) ; 電気通信大学, 2) ; 国立極地研究所, 3) ; 拓殖大学)

1976年4月に開始された, 南極田和基地での電離層観測衛星ISIS-1, 2のVLFデータ受信も5年を経過した。すでに1980年2月までに受信された約4年分のデータが日本に持ち帰られ解析されている。1976年4月から1980年2月までに受信された軌道数はISIS-1, 2を合わせると600軌道を越える。

さき 解析されたVLFデータ中には200例を越えるVLFリーサーが見られる。VLFリーサーは 次のような特徴を持つ。

- 1) V字形の特徴的な5-10sスペクトル構造を持つ。
- 2) リース領域が非常に小さい。
- 3) 発生高度が他の波動現象と較べ低い。
- 4) 発生が磁気圏のいろいろな物理量により大きく左右される。
- 5) リターンカレントに関係した粒子運動により励起されると思われる。

これらの特徴から VLFリーサーは 極域の粒子運動の様子を示す良好な指標となり得るであろう。

そこで今回, 田和基地で受信されたISIS-1, 2のVLFデータをもとに VLFリーサーの特性を解析した。その結果を報告する。VLFリーサーの発生領域等については 田和基地で1976年~1977年に受信されたISIS-1, 2のVLFデータをもとにした解析が<sup>\*)</sup>すでに芳野<sup>\*)</sup>(1980)により行なわれているが, 今回はさらに1978年~1979年のデータも加えているので より詳しい解析が可能となった。

図1は結果の一例で ISIS-2により南極の冬期間に観測されたVLFリーサーの発生頻度を 不変緯度-磁気的地方時で分割したマップ上に示したものである。芳野<sup>\*)</sup>の結果と較べ 発生頻度の分布が ぬめりかになっっている。

この図より

- 1) リーサーの発生頻度のピークはオーロラオーバルにそってある。
- 2) リーサーはオーロラオーバルの内側(高緯度側)の領域でも観測される。
- 3) 夜明け側ではリーサーはあまり観測されない。

といったことがわかる。

その他の詳しい解析結果については 講演当日報告する。

\*) Yoshino, T., Fukunishi, H., Sato, N., Ozaki, T. and Iwase, M. (1980) : Occurrences of VLF hiss and saucer emissions in the southern polar region, Antarct. Rec. 68, 146 - 160

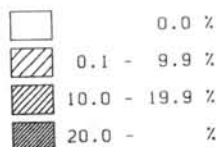
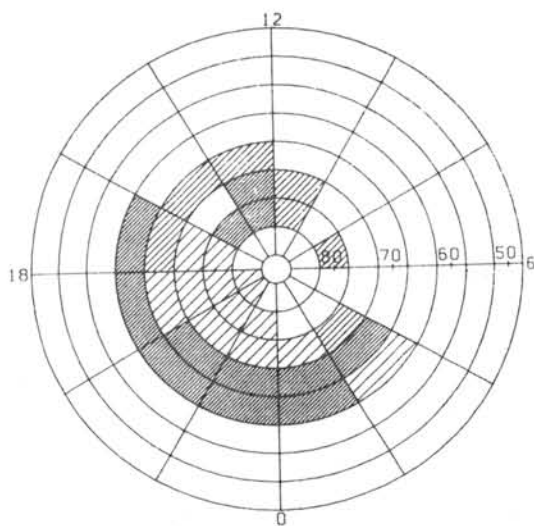


図1 ISIS-2で 南極の冬期間に観測されたVLFリーサーの発生頻度分布

# 人工衛星 ISIS-1, 2 により観測 された ELF ヒスの 低域カットオフ特性

山岸久雄(極地研) 本間峰一(電通大) 芳野超夫(電通大)

南極昭和基地において1976年より、1980年まで、カナダの人工衛星 ISIS-1, 2 の受信が行われてきた。受信データの解析により、次のことが得られた。

磁気圏の昼側の顕著な波動現象である、ELF ヒスは、ISIS-2 の高度(約1400 km)において多くの場合300~400 Hz に鋭い低域カットオフをもつ(図1) このカットオフは、複数イオンの働きによる、謂うtwo ion cutoff であり、ISIS で観測された、このカットオフの特徴を列記すると次のようになる。

- (1) 夏季においては、高度1400 km で、ほとんどの場合、カットオフが見られるが、冬季においては、カットオフが顕著に見られない場合がしばしばある。
- (2) カットオフ周波数は緯度とともに変化し、衛星が高緯度に位置する程、高くなる。カットオフ周波数とプロトンサイクロ周波数の比をとると、夏季においては $55^{\circ} \sim 85^{\circ}$ の範囲でほぼ一様に0.95となり、冬季においては変動が大きく、 $\sim 0.8$ と低くなる場合がある。
- (3) カットオフの減衰量は低緯度ほど大きく、減衰量が大きく変化する領域は、磁力線をトレースするとプラズマポーズ付近に相当する。

ISIS-2 によるイオン組成観測によれば(Hoffman et al, 1980) 夏季の高度1400 km 付近では広範囲(inv. lat  $55^{\circ} \sim 85^{\circ}$ )にわたって、 $O^+$ が90%近くを占め、残りは殆ど $H^+$ が占める。(図2) この組成に基づき計算したカットオフ周波数は観測値によく一致する。一方、冬季のイオン組成は、緯度とともに組成比が複雑に変化する。このイオン組成の夏冬の違いが(1), (2)に記した季節変化の一因と思われる。(3)については、カットオフ減衰量はクロスオーバー点における $R \rightarrow L$ のモードカップリング係数に依存しており、また、カップリング係数は地球磁場と電磁波の $k$ ベクトルとの交角により定まる、従って(3)に記した、

減衰量の緯度変化は、地球磁場の伏角の緯度変化に依存しており、また ELF ヒスの $k$ ベクトル方向が、プラズマ圏の内、外で大きく変化している可能性を示唆している。

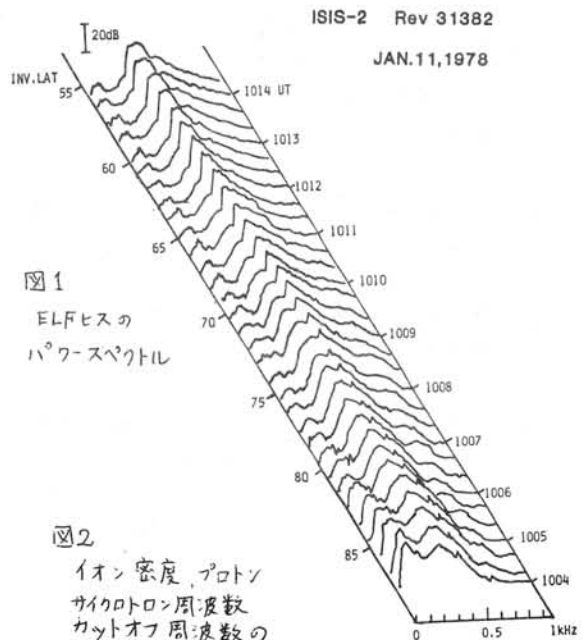
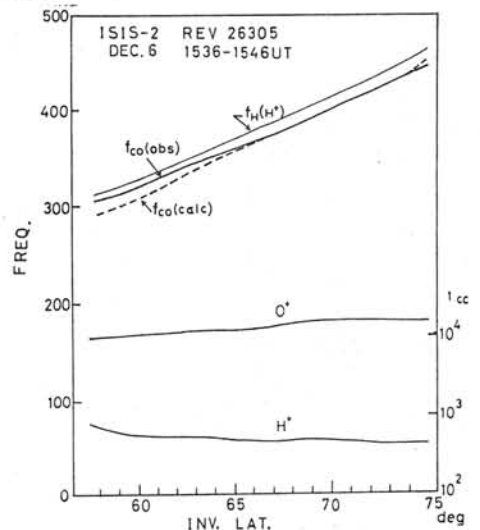


図1  
ELFヒスの  
パワースペクトル

図2  
イオン密度、プロトン  
サイクロ周波数  
カットオフ周波数の  
緯度変化



# ダブルプローブによる電離層電場・電子温度・電子密度の時系列観測

— S-310JA-7号機による実験結果 —

小川俊雄 牧野雅彦 (京大理) 小寺邦彦 (気象研)

山岸久雄 平沢辰男 福西 浩 (極地研) 西野正徳 (名大空電研)

ダブルプローブの電位計アンパへの入力抵抗を切り換えることによって、電場 (DC 及び AC)、電子温度、電子密度の計測が可能である。この方法は、プローブとロケットの絶対電位による誤差が入ってかなり利点がある。S-310JA-7号機でこの実験を行った。入力抵抗には  $10^9 \Omega$  と  $10^6 \Omega$  を、時系列で切り換えて用い、さらに 0.1 V のバイアス電圧を用いた。

電子温度は次式から求める。

$$T_e = \frac{1}{k} \frac{V_b (E_d - V_{mb}) (E_d - V_{mo})}{E_d (V_{mb} - V_{mo})} \quad (1)$$

ここで、 $e$  は電子電荷、 $k$  はボルツマン定数、 $V_b$  はバイアス電圧、 $E_d$  はダブルプローブにかかる電圧、 $V_{mb}$  と  $V_{mo}$  はそれぞれ、バイアス電圧を加えたときと加えないときの出力電圧である。

この電子温度を用いて、電子密度を次式から求める。

$$n_e = k T_e / \left\{ A e^2 R \sqrt{\frac{k T_i}{2 \pi m_i} + \frac{V_R^2}{T_i} \left( \frac{E_d}{V_{mo}} - 1 \right)} \right\} \quad (2)$$

ここで、 $A$  はシースの表面積、 $R$  は入力抵抗、 $T_i$ 、 $m_i$  はそれぞれイオンの温度と質量、 $V_R$  はロケット速度である。

電子温度について、図 1 に示す結果を得た。すなわち、

- (1) 140 ~ 220 km の高度範囲で、電子温度は 500 ~ 2000°K に変化した。
- (2) ロケット上昇時には、1000 ~ 2500°K の変動があった。
- (3)  $t = 230 \sim 240$  sec に、電子温度が短時間に約 4000°K になった。

以上の測定法を再検討し、観測結果とオーロラ現象との関連について議論する。

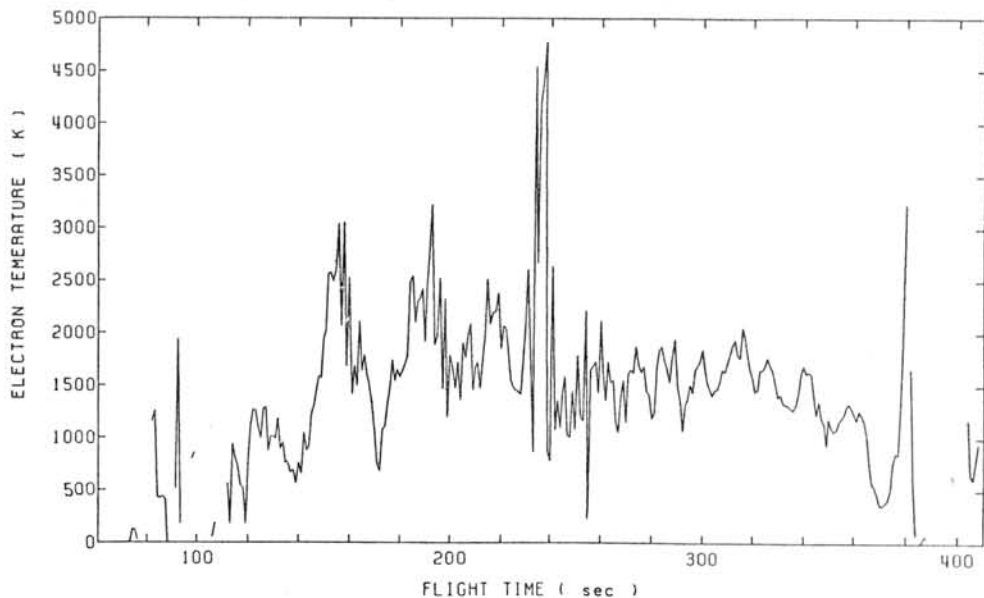


図 1. S-310JA-7号機の電場用ダブルプローブを用いて観測した電子温度の時間変化。



## S-310JA-7号機による

### 熱的電子エネルギー分布状態のチェック

東京大学宇宙航空研究所

小山孝一郎、 平尾邦雄

#### 測定器の概略

熱的電子 (0.7 ~ 1.5 eV) のエネルギー分布が Maxwell 分布状態にあるかどうか。二次高調波法とはラングミュアプローブの電圧、電流特性の二次微分を電氣的に得る方法として Boyd などによって考察されたもので、もしプラズマ中の電子が Maxwell 分布状態であると、その電圧電流特性は  $i = i_0 e^{\frac{eV}{kT_e}}$  ( $i_0 = S e \cdot n_e \cdot e \sqrt{\frac{kT_e}{2\pi m_e}}$ ) と表わされ、このカーブの二次微分は  $i'' = \left(\frac{e}{kT_e}\right)^2 i_0 e^{\frac{eV}{kT_e}}$  となり依然として指数関数の形を維持する。もし、二次微分が指数関数からずれていると、これは、とりもなおさずプラズマ中電子が Maxwell 分布していないことを意味している。

20 cm  $\phi$  x 3 mm  $\phi$  のガラス管に封入された stainless probe に高周波電圧振中  $\alpha$  を重畳した掃引電圧を印加し、この時にプローブ特性の非直線性によって生じた歪電流の中から二次高調波成分を取り出し、取り出された信号は整流され、ログアンプを通過して TM へ出力された。測定器のおおよその諸元は以下である。

プローブ掃引電圧 ; 0 ~ 2 V の三角波  
周期 / 秒

印加高周波電圧 ( $\alpha$ ) ; 0.1 V peak, 1 kHz  
検出されたプローブ二次高調波電流 ;  
0.0004  $\mu$ A ~ 0.04  $\mu$ A (2 kHz)

与えられた TM チャンネルは IRI G No. 14  
のうちの半分だけであつたが下記のような  
興味ある情報が得られた。

#### 測定結果のあらまし

測定は高度 86 km から開始され、86 km から 104 km まででは予想もしなかった高い電子密度のために低エネルギー部は飽和したが、それでもデータで見られるエネルギー領域を

みる限り高度 86 km では Maxwell 分布状態であつたと思われ、高度の上昇とともに Maxwell 分布状態は低エネルギー部においてくずれはじめ、高度 100 km において最も著しい。その後 Maxwell 分布状態からのずれは高度 110 km において一時、ほぼ消滅する。高度 110 km をすぎると High energy tail 部が徐々に卓越しはじめ、高度 160 km 付近から徐々にまたその歪みの程度が少なくなり、170 ~ 190 km では、ほぼ Maxwell 分布状態に復帰する。190 km から Apogee に至る高度では High energy tail 部は Maxwell 分布状態による時より減る。

同時に得られた電子温度プローブによる電子温度 (この電子温度はプラズマ中電子が Maxwell 分布状態にあることを仮定している) の測定結果は上の記述と驚くほど consistent である。

これらの結果を電場、および particle の測定結果とつぎ合せると下のようなことが議論できると思われる。即ち、約 25 mV/m の強い電場の存在した 90 ~ 110 km では電子エネルギー分布は、むしろ降下粒子よりも電場の影響を強く受け、low energy tail 部が歪むような分布をとり (Druryvesteyn 分布に近いと思われる)。定量的に curve fitting することは早急に必要である。高度 110 km を越えて電場の比較的弱い active Aurora 領域に入ると降下粒子の影響が Dominant となり、High energy tail が持ち上ってくる。

#### 謝辞

多くの困難を克服して S-310JA-7 号機の実験を見事に遂行して戴いた J19 次隊の隊員の方々に深甚の謝意を表す。

# 極域降下粒子に基づく飛翔体およびインピーダンスプローブの帯電現象について

渡辺勇三\* 高橋忠利\*\* 大家寛\*\* 大林辰蔵\* \* 宇宙研 \*\* 東北大地物

南極ロケット観測によると降下オーロラ粒子によってプローブ系のシース厚の増加等のバイアス現象が見い出された。これはブラジリアンアノマリーにおけるバイアス効果と同じものと考えられる。図のようにそれぞれの領域で各々のロケット毎のバイアス特性が出ており理論曲線に良く乗っている。図は横軸にプラズマ周波数、縦軸にシース容量値(CS)をとってシース厚(S)対デバイ長の比をパラメーターにしたもので電子密度(Ne)の増減に基づくCSの増減はこの特性曲線上での変化になるがロケット-プローブ系のバイアス効果によるCSの変化は特性曲線間のジャンプ、すなわち、 $S/\lambda_D$ 値の変化として表われる。測定値の特性領域の変化はプローブ系のバイアス状態の時間的空間的変化の表われと考える。これらのバイアス効果はkeV降下電子、オーロラ光度、地磁気擾乱度などと深い関係があった。

(1) S-310 JA-3号機 ( $K_p=1^+$ )

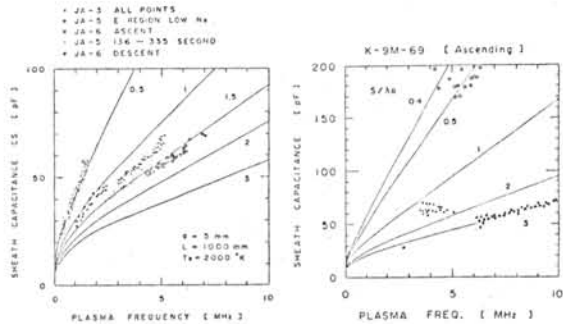
は5号機( $K_p=6$ )6号機( $K_p=5$ )に比べて地磁気静穏時であった。それはオーロラ活動度(平沢)、電子密度の高度分布にも表われていた。バイアス効果としては $S/\lambda_D$ の値が3号機の時0.5, 5号機6号機の時1.25~1.6の領域となって表われた。

(2) 5号機の実験時の2.73 keVの粒子フラックス(松本)、電子密度、オーロラの輝度分布(平沢)の時間変化によると約350秒で粒子フラックスが若干減少し370秒でロケットはオーロラから外へ出た。

$S/\lambda_D$ の値はE領域の特性を経て1.5の曲線に落ち着き350秒で1.25の線に移り、370秒で1.0の所にジャンプした。この変化は降下粒子の時間変化に良く一致した。

(3) 6号機の場合には前半と後半、昇りと降りでオーロラ粒子のフラックスが大きく異なりオーロラH- $\beta$ 、HF波動(森岡)なども後半に多く観測された。 $S/\lambda_D$ の値

は前半1.25、後半1.6と大きく変化しており克明に粒子によるバイアス効果が反映されていた。



K-9M-69号機実験によると電子ビームを放出して(河島)ロケットの電位が上昇した時にインピーダンスプローブのプローブ特性が特異な様相を示した。すなわち、(A) 90秒~106秒のビーム放出時に、

- (i) CS値が上昇した。
- (ii) SHR共鳴のレベルが減少した。
- (iii) SHR共鳴のQ値が少し上昇した。

(B) 70秒~90秒のカソードのみ通電時つまり、加速電極への加速用高電圧の印加がない時にもCS等が少し変化した。

ビーム放出時には周辺のNeが上昇しそれに基づいてCSが上昇するがその理論値を上まわっており明らかにプローブ系が変化したことを示している。 $S/\lambda_D$ の値はビームの無い時3.0、(A)の時0.4~0.5、(B)の時1.5であった。これらの現象はロケットの帯電現象に基づくインピーダンスプローブの電位のバイアス効果あるいはロケット-プローブ系全体のイオンシースの変化などを反映していると解釈されている。前半で述べた極域のオーロラ粒子降下領域などの粒子によるバイアス効果と同じものと考えられ1984年の極域でE $\times$ O S-Cとロケットによるインピーダンスプローブ実験が期待されている。



## S-310JA-5, 6号機における降下電子と電離生成率

松本治弥, 賀谷信幸, 小松雅明 (神大工)

オ19次南極隊により打上げられ  
う粒子観測器ESMは, 正常に動作し, 5号  
機では Intense aurora にそれぞれ突入し,  
降下電子束は, オーロラの周辺部で 1 keV あ  
り 4 keV の電子束が卓越した。エネルギー・ス  
pectral beam を形成した。6号機では  
エネルギー分布は指数関数型を示した。これ  
について。

以上の結果に基づき, 電離生成率  
各高度での観測された電子束から5号機では  
数型 flux を仮定し分布関数と決定する。高  
度での電子束  $F(\alpha, E, \alpha)$  より電離生成率  $q$   
 $O^+$ ,  $O_2^+$ ,  $N_2^+$  と  $NO^+$  のイオン化学反応のみを  
りあいの連続方程式を解くことで, 電離され  
いと考える。この結果と相乗観測器NEL  
向の仮定結果であった。

たS-310JA-5, 6号機に搭載されたオーロ  
ラ機では Corona-type aurora に, 6号機  
降下電子束を測定した。5号機で測定した降  
下電子束が多く, オーロラ中心部では,  
スペクトラムも 3 keV で Peak をもつ mono-  
energetic であり, 低エネルギー程増加し,  
オーロラ中心部で, 低エネルギー程増加し,  
は, それぞれ異なる aurora に突入した事を示  
している。

を定めることを試みた。計算方法は, まず  
monoenergetic flux  $E$ , 6号機では指数関  
数  $P(\theta, \alpha)$  分布は等方性として仮定した。その高  
度  $(\alpha, E, \alpha)$  を求める。次にオ1次近似として  
考慮し, イオン対生成率と化学反応損失のつ  
いたイオン密度を求め, これを電子密度と等し  
により観測された電子密度と比較すると, 傾

# 電子マイクロバーストの速度分散

松本 治 弥 賀 谷 信 幸  
(神戸大学 工学部)

1978年6月10日22<sup>H56<sup>m</sup>50<sup>s</sup></sup>UT

$D_0 \approx 4000 \text{ km}$

に昭和基地より打上げられたS-310JA-5  
ロケットはコロナ状オーロラに命中し各種観  
測に成功した。電子束観測装置も順調に作動  
し1~7 keVのオーロラ電子束を測定したが  
その際、このエネルギー領域で初めてマイク  
ロバーストが直接観測された。このデータ例  
をFig.1に示すが周期約0.1秒、変動の最大  
最小の計数比2~10で長いものは1秒以上  
持続する。このバースト発生機構は完全には  
解明されていないがその発生領域において各

が得られる。

問題点としてはこのような不連続が見ら  
れる場合が少なく、不連続があつても遅延  
とは断定できないこと、遅延はノ波形以  
上に限らずノ波形以上の遅延と見た方がよい場  
合もあること、さらに発生源の推定距離が各  
例で計算して大体同じ等であるが必ずしもそ  
うではないことなどである。これらについて  
の検討を報告する。

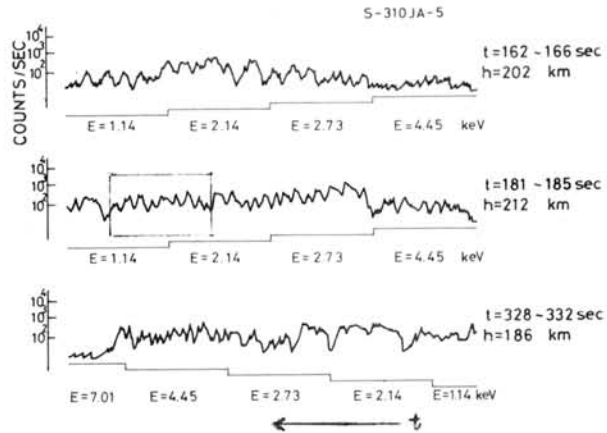


Fig.1 電子マイクロバースト観測例

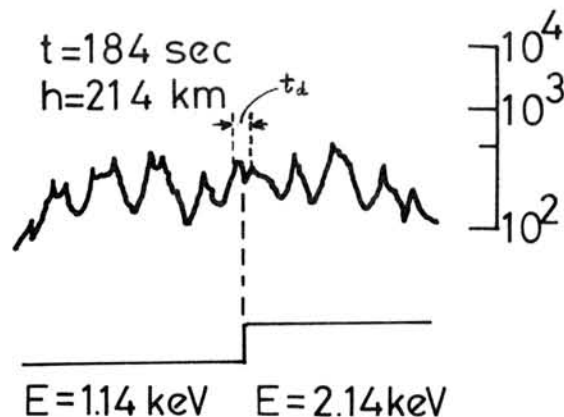


Fig.2 エネルギー切替時拡大図

エネルギーの電子が同時に変動を受  
けるものと仮定すればエネルギーの相  
違に起因する速度分散により観測地  
点において各エネルギーの電子束波  
形に到達時間差を生ずる。われわれ  
の観測装置はFig.1のように1秒毎  
のエネルギー切替方式なのでこの時  
間差は切替時における波形の不連続  
として観測される筈である。Fig.2  
はFig.1中段のデータの枠内部分を  
拡大したものであるが2.14 keV  
から1.14 keVへの切替時に不連続  
が見られ、同じ波形が遅れて再度出  
現したとも解釈できる。図の場合波  
形の類似性の検討よりノ波形以上の  
遅延はないものとするが図示の $t_d$   
が遅延時間と考えられる。一般にエ  
ネルギー切替前後における測定電子  
エネルギーを $E_2, E_1$ 、それに対応  
する電子の速さを $v_2, v_1$ とす  
れば前記仮定によりバースト発生源  
は観測点から磁力線に沿う距離  
で測って

$$D_0 = \frac{v_1 v_2}{v_2 - v_1} t_d$$

( $v_2 > v_1$ )

で与えられる。

Fig.2の例では $t_d \approx 0.06 \text{ sec}$   
であり、これより

# S-310JA-5号機によるオーロラヒスの到来方向の測定

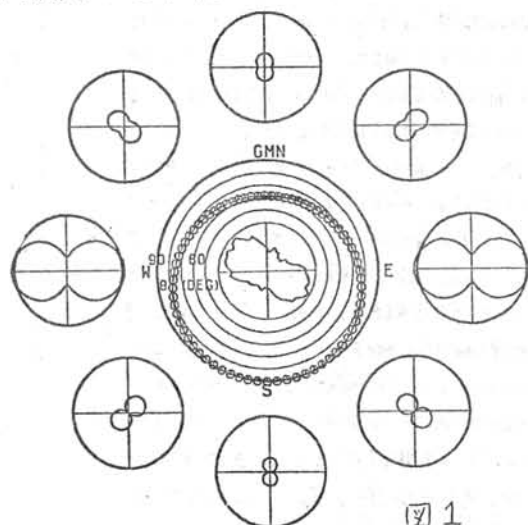
松尾 敏郎・木村 磐根(京大工) 山 岸 ス 雄(極地研)

S-310JA-5号機は19次隊により発射されオーロラに命中した。このロケット観測ではVLF帯ヒスのスペクトル, 伝搬ベクトル, 及びポインティング電力を測定する機器が搭載され, その結果, 観測されたヒスの電界と磁界の強度の比による屈折率からは磁力線に沿って伝搬する場合よりもかなり小さく, 長ベクトルと $B_0$ のなす角がかなり大きい whistler モードの波と示された。事実, 直交ループアンテナより求めた長ベクトル(長)とロケット軸のなす角は大きかった。又, 波のエネルギーの伝搬方向は下向きである事がわかったがヒスの強度の時間的変動が大きくポインティング電力の絶対方向までは決められなかった<sup>(1)</sup>。

今回はダイポールアンテナで観測されたヒスが Spin Modulationを受けている事を使ってヒスの到来方向を求める。5号機で実測されたコーニング角(東海大: 青山・遠山), 長とロケット軸(R)のなす角, 及び, 赤外線水平線センサーによるロケットのピッチ角(神戸大: 石堂)をええ, ヒスの到来方位角をパラメーターにすると長と $B_0$ のなす角が求められる。ダイポールアンテナはRに垂直な面内に直交して $E_x, E_y$ アンテナが取り付けられた。ヒスの到来方向角をパラメーターにすると長と $B_0$ のなす角が求められるので Stix の電界の $\pi$ 成分をええ分散式より $e_x, e_y$ を求める事ができる。そしてRを1 spin させて合成誘起電圧を計算する。計算に使う電子密度プロファイルは実測データ(東北大: 大谷・高橋)を使用した。この計算された誘起電圧とGA-H(東海大: 青山・遠山)の出力の最大値(磁力線方向を示す)をリファレンスにすると位相が到来方位角で振巾が誘起電圧の $\delta$ の字特性を示す。又, Spin Modulation を受けたレベル信号(PWLL: 10 KHzまでの包絡線検波出力)も又, W. B データの狭帯域周波数成分を取りだして検波した出力も同様に $\delta$ の

字特性を示す。従って観測された $\delta$ の字特性を実測されたパラメータを使って計算し, 再現しそのパターンを比較して方位角を求める事になる。

図1に示す外側の $\delta$ の字の $\delta$ の字特性は方位角をパラメーターにして計算されたものであり中心のはPWLLより得られたものを示す。しかし,  $\delta$ の字特性の位相と振巾のパターンから方位角を求めるにしても180°の不確実性がでる。方位角に2つの解があっても180°異なる方位角では長と $B_0$ のなす角が異なる(図1の小さな $\delta$ 印は方位角を5°毎に計算した時の長と $B_0$ のなす角を示す)事から $\delta$ の字特性のヌル位の湧きこみ具合が異なる。これを元にして不確実性を取りのぞきオーロラヒスの到来方位を求める。



**謝辞** 昭和基地でロケット打上げを担当された19次隊(平沢隊長)の方々に厚く謝意を表す。又, Video 信号の再復調に当ってご協力いただいた極地研究所, 小野高孝氏に謝意を表す。

**文献**

- (1) Kimura, Matsuo, Tsuruda and Yamagishi; Mem. Nat. Inst. Polar Res. (To be published)

# S-310JA-6号機による高周波プラズマ波動スペクトルの観測(II)

## 波動粒子相互作用の解析

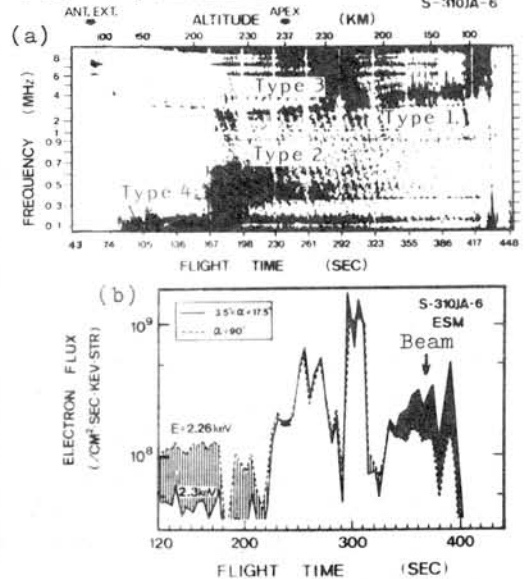
大家 寛, 宮岡 宏 (東北大理)

[序] S-310JA-6号機に搭載された高周波プラズマ波動観測装置(PWH)により, オーロラ降下粒子と密接に関連した顕著なプラズマ波動現象が観測された。観測結果の詳細については, 前回の本シンポジウムにて報告したが, <sup>\*</sup>ここでは特に, 観測された各エミッションについて, プラズマ波動粒子相互作用の立場から, その生成メカニズムに関する定量的検討を行なったので, その結果について報告する。

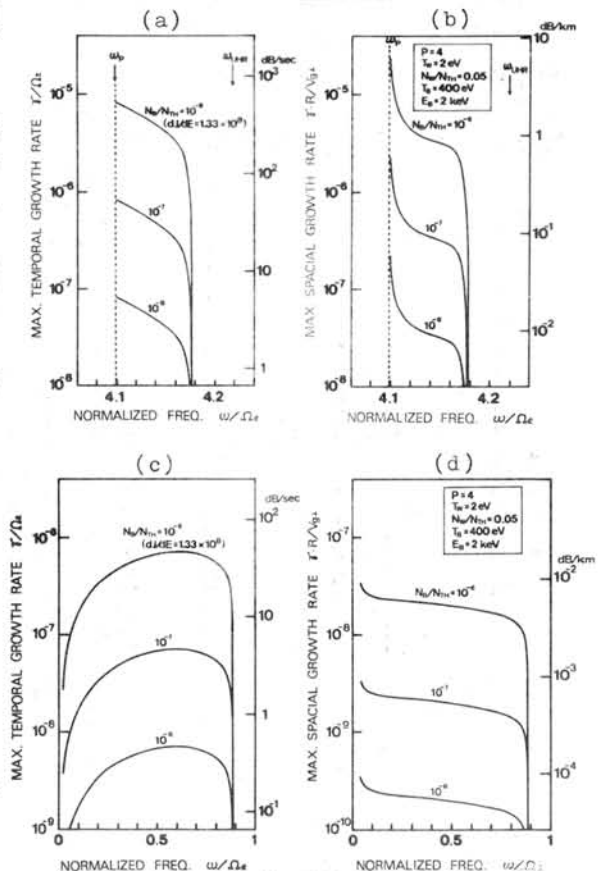
[観測結果] 第1図にPWHにより観測されたプラズマ波動のダイナミクススペクトル並びにESMによる降下電子フラックスの観測結果を示す。波動現象としては, 4タイプの顕著なエミッションが観測されたが, このうち, 特にType1エミッションは, 電子プラズマ周波数付近の周波数に現われ, 磁力線方向に卓越した pitch angle をもつエネルギー 2 keV 程度の降下電子ビームと密接に関連している。

[波動粒子相互作用の解析] 実際にESMで観測された降下電子フラックスに対し, 電子プラズマ周波数近傍における静電的プラズマ波動のビーム型不安定性を数値解析した。第2図(a),(b)にそれぞれこの不安定性によって励起されるプラズマ波動の時間的並びに磁力線に直角方向への空間的成長率を電子フラックスをパラメータとし, 周波数の関数として示している。第2図(b)で, 観測された2 keVのフラックス  $10^8 \text{ el/cm}^2 \text{ sec} \cdot \text{keV} \cdot \text{str}$  ( $N_b/N_{TH} = 10^{-6}$  のパラメータに相等)に対し, 特にプラズマ周波数近傍において十分大きな成長率をもつことが確認された ( $8 \text{ dB power/km at } \omega_p$ )。また同時にこの電子ビームによる電子サイクロトロン周波数以下の帯域におけるプラズマ波動の不安定性をも調べた結果(第2図(c)および(d)), その成長率は電子プラズマ周波数近傍に比べ極めて小さく ( $0.01 \text{ dB power/km}$ ), 実際にこの周波数帯域においては, プラズマ波動が励起されなかった観測事実をもうまく説明することが明らかとなった。

\* Oya, H., H. Miyazaki and S. Miyake; Observations of MF-HF Plasma Wave Emissions in the Polar Ionosphere Using the Antarctic Rocket S-310JA-4 and 6, Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue, 18 (in press).



第1図



第2図

# S-310JA-7号機による高周波ノイズの観測

東大宇宙研

中村良治

野村雄二

S-310JA-7号機に搭載された極域電離層中での高周波ノイズ観測装置(PWN-H)は、0.6~7.6MHz帯域でのノイズを10cm F.Cの外側(プラス側)のグリッドに+3Vの電圧を印加し電子電流分を捕集し、そのAC分をスペクトル解析して測定した。

第1図にノイズのスペクトルを示す。掃引時間は1秒間であり、D.C.電流と1秒切り換えでデータが得られた。第1図の下図はロケットが丁度オーロラ中を通過していると思われる、D.C.電流は $3 \times 10^{-5}A$ で飽和してしまっただ。ノイズスペクトラムの特徴として、高レベルの狭帯域ノイズに加えて、~3.2MHz以上に~10μV以下の広帯域なノイズが観測されていることである。

広帯域ノイズは高度が上昇するとともに、高い周波数部分(6~7MHz)が次第に減少しノイズ帯域がだんだんせまくなりかつ中心周波数も低くなっていき、レベルも低下し、飛行時間 $t=100$ 秒、高度140kmあたりでは帯域は

1.5MHzから3MHzであり、

レベルも1μV以下となって、それ以後では第1図上図に示すようにほとんど観測されなくなっている。(ここで~5MHzはCalを示す。)

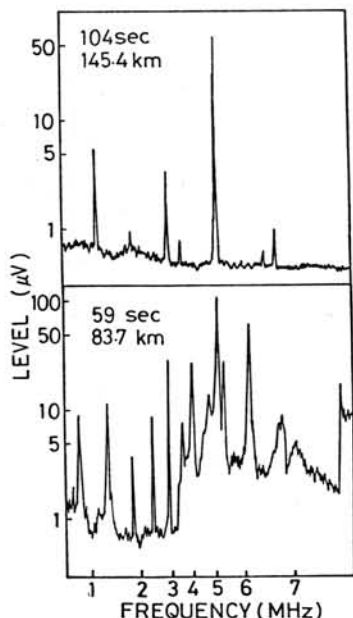
一、狭帯域ノイズは、 $f_{ce} < f < \frac{3}{2}f_{ce}$  と  $f_{ce} < 7MHz$  でのスペクトルは全飛行時間で観測された。明るいオーロラ中でのノイズに注目して160秒までの強度と時間変化を第2図に示す。

図からわかるように、

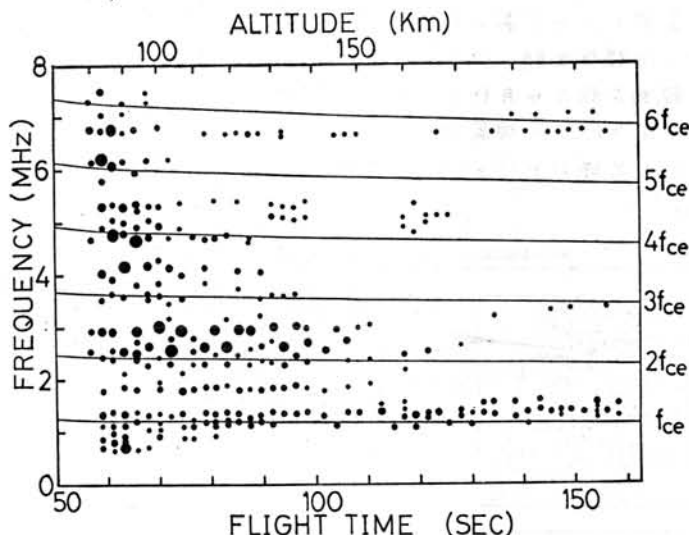
- 1)  $f < f_{ce}$  のノイズは  $t \leq 90$  秒で強くうかり、
  - 2)  $f = (n + \frac{1}{2})f_{ce}$  のノイズも観測され、特に  $\frac{5}{2}f_{ce}$  が高レベルであり
  - 3)  $f = nf_{ce}$  でもノイズが観測されている。
- ここで、 $f_{ce}$  は電子サイクロトロン周波数、 $n$  は整数を示す。

降下電子との相関は90V以上の電子電流の強度と比較すると、その強度が小さい時間帯では、ノイズレベルが低くかつ観測されるノイズも少なかった。(オーロラ中では90V以上の電子電流はほとんど飽和していたため、電流の少ない時間帯と比較した。)

謝辞 本ロケットの打ち上げを担当された第19次越冬隊のみなさまに厚く謝意を表します。



第1図 S-310JA-7号機で観測された高周波ノイズスペクトラム



第2図 狭帯域ノイズの強度及びスペクトルの時間変化

# 日 - ス バルーン実験報告 (総括)

江尻全機<sup>\*</sup>, 鮎川勝<sup>\*</sup>, 山岸久雄<sup>\*</sup>, 小野高幸<sup>\*</sup>, 平沢威男<sup>\*</sup>, 鎌田哲夫<sup>\*\*</sup>, 小玉正弘<sup>\*\*</sup>, 平島洋<sup>\*</sup>, 小川利純<sup>xx</sup>, 岩上直幹<sup>xx</sup>, 西村研究室: \* 極地研 \*\* 名大 樹山 梨匠 大 火 立 大 xx 東大 xxx 宇宙研

## 2. 大気球及び塔載機器

兼ねてより、日本でも北極圏・オーロラ帯で飛翔体による超高層の研究をしようと言う議論があり、数年前より具体的な話し合いが日本とスウェーデン両国の科学者間で進められていた。極域の研究プロジェクトと言う事で、日本では国立極地研究所が中心となり計画を立てるこゝとなり、今年度はスウェーデンの北部にあるエスレンジ (62°52.2'N, 21°04.2'E) というロケット・バルーン打上げ基地に於いて、日本のB5型 (5000m<sup>3</sup>) のバルーン2基を用いて、オーロラ帯でのVLF波動、X-線、そしてオゾンの観測をする事となった。

### 1. 目的

今回の実験は、北半球オーロラ帯での気球高度 (~30 km) でのVLF波動、X-線、オゾンと言った物理量が、磁気圏の活動度によって変化するオーロラ現象とどう関連しているかを調べる事。他に、日本製大気球を外国の基地で打上げるに關した種々の技術的・政治的問題を解決し、将来の大気球実験の道を開くことであった。加えて、VLF波動、地磁気脈動、CNA、地磁気の成分の地上観測を約1ヶ月行い、キルナに於いてどのような現象が得られるかを調べる事も、大気球打上げと同じく重要な課題であった。

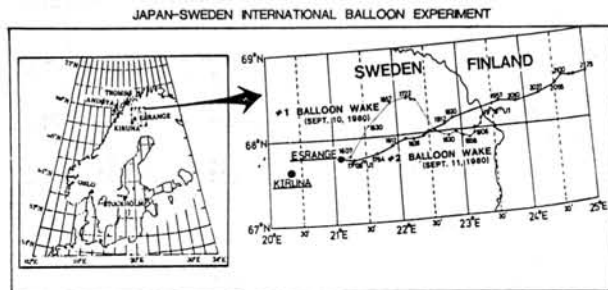


図2. #1 & #2 Balloon Trajectories

## 2. 大気球及び塔載機器

図1にフライト・トレインを示す。大気球は5000m<sup>3</sup>のB5型、打上げ時ゴンドラ及びVLFアンテナを吊り上げる補助気球は、ZODIAC 1/8XP50 (60m<sup>3</sup>) を用いた。テレメータはIRIG #12 と #13 及びVSBの3chを持ったFM方式である。塔載機器は;

- (1) VLF 3m x 3m L-7°, 0.2 ~ 8 kHz
- (2) X-線 20 keV ~ 150 keV
- (3) オゾン RSII-KC6P

## 3. 実験結果

1号機は9月10日17時44分 (LT), 2号機は9月11日19時18分 (LT), 夫々放球が行われ、大気球の飛翔、機器の動作も正常で、初期の目的が達せられた。唯、地磁気は静穏で、オーロラは現われなかった。図2に飛翔経路を示す。地上観測は続けて約1ヶ月行う事が出来、オーロラ現象に伴う高緯度地方の種々の現象をとらえる事が出来た。最後に、多くの皆さんの御協力が有った事を記し、感謝の意を表します。

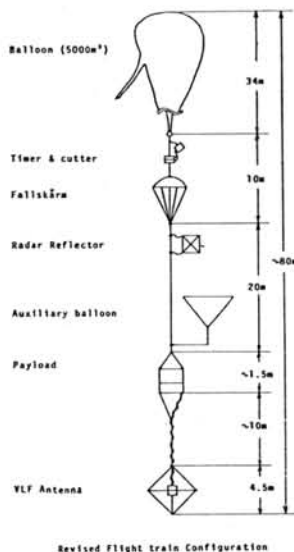


図1. バルーン構成図



## — V L F 観測と地上観測速報 —

\* 極地研, \*\* 名大空電研

実験は2機とも成功して、約4時間の大気球浮揚期間中、北半球極域における静穏時の高度 $\sim 31$  kmに至るVLF自然電波、オーロラX線およびオゾン密度分布等のデータを収得した。

また9月1日から約1ヶ月間、同場所において、日-ス大気球国際共同観測の将来計画の参考に資するため、今回の大気球データ解析に資することを目的として、VLF自然電波、ULF磁波の地上観測を実施した。観測期間中を通じ、機器動作は概ね良好で、極域サファストームに伴うPc型脈動、Recovery phaseに現われるPc型脈動およびVLFコーラス現象を観測することができたが、VLF自然電波観測系は電源/ノイズの混入が大きく、またULF磁波観測は検出器近くの土木工事によるノイズ混入等で、必ずしも良質のデータであるとはいえない。

今回の講演では、大気球用  
ULF自然電波観測器の簡単な  
紹介と得られたデータの初期  
報告、地上観測システムおよ  
びそのデータ処理初期報  
告を行う。

大気球搭載用VLF受信機の概要を下表に示し、図1に大気球実験時の地上受信記録系のブロックダイヤグラムを示す。

|         |                                                                                                                        |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| アンテナ形状  | 3m x 3m 11-7° アンテナ<br>巻線: 2mmφの銅線 2turn                                                                                |
| 測定電界強度  | $4 \times 10^{-17} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \text{Hz} \sim 4 \times 10^{-14} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \text{Hz}$ |
| 測定周波数範囲 | 0.2 ~ 8 kHz<br>(「オキ」電波除去のため、フィルターを使用)                                                                                  |
| 送信方式    | サブキャリア VSB (27.0 ~ 35.0 kHz)                                                                                           |

表. 大気球搭載用VLF受信機の不必要

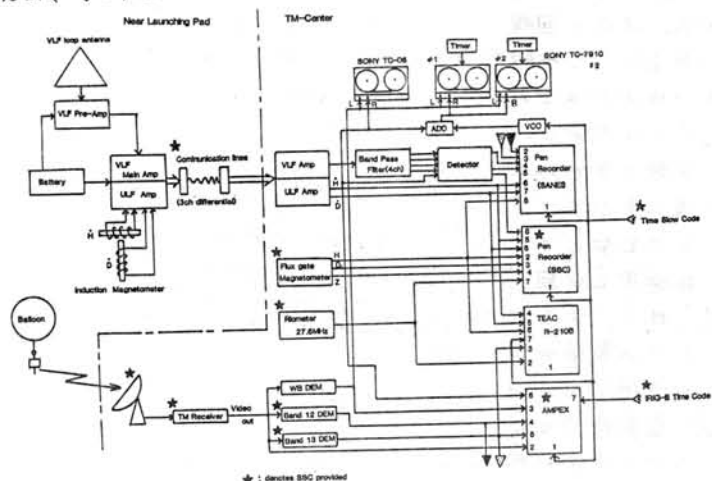


図1. 大気球実験時の地上受信記録系ブロックダイヤグラム

日本・スウェーデン国際共同大気球実験によって得られた

オゾン密度・気温・液温・気圧データについて

若上直幹・小川利紘(東大理), 江尻全機・鮎川 勝(極地研)

極域におけるオゾン密度・X線強度・VLF自然電波強度の測定を目的として、実験は1980年9月10日(#1)及び11日(#2)にスウェーデン・エスレンジにおいて行われた。

#### 1. 装置

オゾン測定部(オゾン密度・気温・液温・気圧)は其の概要において気象庁の使用しているオゾンゾンデと同一であるが、次のような改造がなされた。

A. 長時間の測定を行うため、反応液の補助タンクを設けた。

B. レベルフライト時及び下降時の気圧測定のため、連続式の気圧計を用いた。

#### 2. 結果

オゾン密度: #1の上昇時、下降時の15km以下及び#2の上昇時13km以下について は正常なデータが得られた。

気温: #1の全測定時及び#2の20時(UT)

以前については正常なデータが得られた。

液温: 気温の項に同じ。

気圧: 気温の項に同じ。

#### 3. オゾン密度データの異常について

A. #1ではレベルフライト開始直後から急下降開始直後までの間に異常がみられた。ゾンデは動作・停止を繰り返し、信号の回復・停止の時定数はそれぞれ2分、5分程度である。

B. #2では上昇時の高度13km付近で、信号が突然零レベルに落ちており、その時定数は数秒以下である。この時定数の違い及び#2ではゾンデが復活しなかったことなどから、#1と#2の異常原因は必ずしも同一ではなりと考えられる。

C. #1, #2いずれについても液温については異常がみられず、液こぼれが異常の原因である可能性には疑問が持たれる。

D. 異常原因としては(i)液こぼれ他(ii)ポンプの不良動作(iii)電気回路の不良動作などが考えられるが、#1の原因としては(iii)が最も可能性が高いように思われる。

#### 4. 補足

A. 今回はじめて連続式気圧計により求めた気圧とレーダーにより求めた高度のつぎあわせを行うことができた。予想されたように、高度20km以上(60mb以下)では正しいと思える気圧からのズレが大きくなっていく。今後の実験で精密な気圧値が必要な場合には何らかの対策が必要である。気圧測定回路系に較正信号を設けるだけでもかなりの改善が期待できる。

B. 気温、液温についてもドリフトの影響はかなりあるように思われ、較正信号の必要が感じられる。

C. 気温データにはしばしば日照の影響と思われる準周期的変動がみられる。変動幅は最大で5℃程度である。

大気球により中性微量成分の測定を行う際、オゾン密度は気温・気圧などと共に基本的な物理量とみなされるものであり、今後の実験では上述の点に關する対策を十分に行なわなければならない。



## バルーンによるオーロラX線撮像観測計画

小玉正弘 (山梨医科大学)

西村 純, 藤井正美, 山上隆正 (東大宇宙研)

奥平清昭, 村上浩之, 平島 洋 (立教大理)

1980年9月, ESRANGEにおいて, 日本・スウェーデン国際協力による気球観測が行われた。オーロラX線観測はNaI(Tl)シンチレーション・カウンタを用いて行われた。NaI(Tl)の大きさは $1''\phi \times 2\text{mm}$ で, エリメータにより天頂角 $45^\circ$ の範囲の視野をもったもので, エネルギー範囲は20~150 keVである。エネルギー校正は $^{109}\text{Cd}$  (22 keV, 88 keV)を用いて行った。X線の計数は1山16カウントの階段波, さらに高い計数率を記録するための1山1024カウントの三角波を重ねてペンレコーダーにより記録させた。9月10日, 11日にそれぞれ一機ずつの気球フライトが行われたが, X線カウンタは二機共に正常に動作した。レベル・フライト中, オーロラは観測されなかったが, ESRANGEにおけるX線のバックグラウンドが観測された。

1981年以後はオーロラX線のさらに本格的な観測を計画している。今迄に行われているオーロラX線の空間分布の観測は気球, ロケット, 人工衛星でなされているが, 気球, ロケットでは視野が $20^\circ \sim 30^\circ$ と狭く, 時間変化と空間分布との観測が完全に分離されていない。また多数の気球による観測は, 別地点での同時観が行われているが, 個々の観測器は簡単なシンチレータ・カウンタによるものである。人工衛星による観測はworldwideな観測が可能であるが, カウントの統計を上げるために多数のスピンによる重ね合せ, 人工衛星の移動による位置の違い等から空間分布としては130 km程度の空間分解能しか得られていない。気球で時間変化と空間分布の観測を完全に独立して行い,  $5^\circ$ の視野角の分解能で観測を行えば, 空間分布については6 kmの分解能が得られる。我々は時間分解能1 sec, 空間分解能6 kmを目標として, オーロラX線の撮像を計画している。観測するオーロラX線のエネルギー範囲は10~100 keV

である。

撮像用センサーとしては3 mm程度の薄いNaI(Tl)シンチレーション・カウターを用い, カウントの統計を上げるために $4''\phi$ の円板状のものを用いる。全視野角は $90^\circ$ 程度で, コリメーターは $5^\circ$ の角度分解能を与えるマルチ・ピンホール・カメラ型のもを用いるが, 像のredundancyを除くために $15^\circ \sim 20^\circ$ の角度分解能をもつピン・ホール・カメラ型エリメータのものを用いる。NaI(Tl)による像を電気信号に変えてテレビカメラ伝送するには現在2通りの方法が考えられ現在検討中である。一つは4本のphotomultiplierを用いる場合があり, 他の一つはresistive anode channelplateを用いる場合で, これらにより像のボジションを知る。4本のphotomultiplierを用いる方法は薄いNaI(Tl)のX方向の両端, Y方向の両端にphotomultiplierを置き, そのパルス波高の比をもつて位置を知る方法がある。resistive anode channelplateを用いる場合は, 現在 $1''\phi$ の受光面で1"を100分割する位置分解能のものを使用可能である。X線撮像センサーのNaI(Tl)は直径 $4''\phi$ なので $1''\phi$ のchannelplateの受光面にはフ列ネル・レンズで集光させる。photomultiplier, channelplateの電気信号の処理, テレビカメラ伝送については, 現在, 高エネルギー物理, 宇宙線観測用として開発された, Si半導体検出器を用いた位置検出器があり, その信号処理の電子回路が既に製作されている。これをそのまま使用することが可能である。シンボジウムではこれらのオーロラX線撮像観測器についてもさらに詳しく述べる。

グリーンランド・国際協同ロケット実験

江尻全藏<sup>\*</sup>, 山岸久雄<sup>\*</sup>, 内田邦夫<sup>\*</sup>, E. Ungstrup<sup>\*\*</sup>, J. K. Oleson<sup>\*\*\*</sup>, F. Primdahl<sup>\*\*\*\*</sup>, F. Spangberg<sup>\*\*\*\*\*</sup>  
\* 極地研, \*\* DSRI, \*\*\* TID, \*\*\*\* DMI

## 2. 實驗結果

デンマークの DSR I が中心となって、グリーンランドの Sondre Storomfjord に於いて、1976 年夏、2機のプロケット実験が国際協同キャンペーンとして計画された。2機のプロケットは夫々 CUSP II と SEC II と名付けられ、目的は各々次の様に定義された。

- (1) CUSP II: カスポ (クレフト) 領域へ電離層の構造及びソフト粒子に起因する波動-粒子相互作用の解明。
- (2) SEC II: 極域電離層にしばしば見られる Slant E Condition の時の電離層の状態と SEC の原因の解明。

### 1. 塔載計器

2機とも同じ構成で親子ロケットで、

(1) 子ロケット

Low Energy Electron Spectrometer (0.1 ~ 5 keV)

GM - tube ( $> 20 \text{ keV}$ )

Capacitance Probe (Ne)

(2) 親ロケット

Low Energy Electron Spectrometer (0.1 ~ 5 keV)

GM-tube ( $> 20 \text{ keV}$ )

## DC Electric Field (3 directions) Sensors

Impedance Probe (Ne)

Langmuir Probe ( $\Delta Ne$ )

Electron Temperature Probe ( $T_e$ )

Proton Magnetometer (IBI)

### Flux-gate Magnetometer

### VLF Magnetic Field Sensor

### VLF Electric Field Sensor

## ELF Electric Field Sensors

これらを NDRE, RIT, ESTEC, UCB, DMI, ISAS, DSRI で分担した。日本からは上記 Impedance Probe と Langmuir Probe, 及び TEL を搭載した。

CUSP II は 1976 年 8 月 22 日 14:15 (LT)  
SEC II は 1976 年 8 月 27 日 8:08 (LT) に打ち上  
げられ、大々実験に成功した。

- (1) CUSP II: ロケットは Cusp を模切り, Cusp 中での電子温度上昇, 電子密度の低下, 亦境界での高い電子密度を観測した。E 層では, ロケットの上昇・下降時とも, 電子密度の fluctuation を観測。約  $20 \text{ mV/m}$  の  $E_{NS}$  に加えて約  $10 \text{ mV/m}$  の  $E_0$  が観測されている。
- (2) SEC II: Godhavn と Søndre Strømfjord で同時に Ionogram に SEC が現われた時にロケットが打上げられて, E 層で電子密度の fluctuation が観測され, 電場も  $30 \text{ mV/m}$  と Farley-Buneman Instability の threshold より充分大きい値が得られた。 $\Delta Ne$  の周波数分析結果は講演で示す。

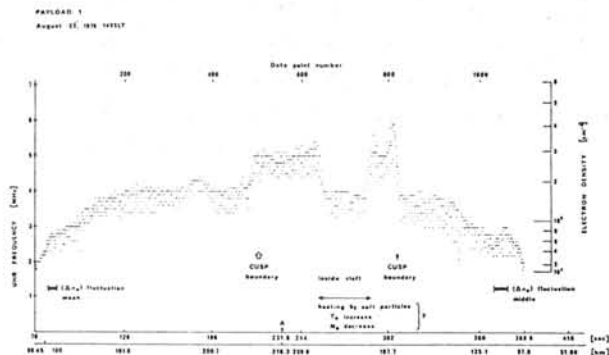


図1. 電子密度：CUSPロケット結果

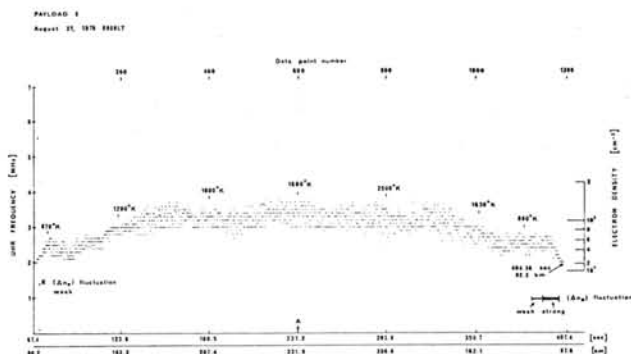


図2. 電子密度: SEC ロケット結果

# Nose 周波数から求めた伝播経路と地上に於ける振幅の強度分布の比較

(町田 忠・鶴田 浩一郎 (東大宇宙研))

ステーション・ネットワークにより、  
 といえは VLF whistler を解析した結果。  
 ① Whistler の Nose 周波数  $f_n$  を読みと  
 った。良く知られた関係  $f_n \sim 0.38 f_{\text{Mag}}$   
 から求めた伝播経路の L-value。と  
 ② 同一子午面内にあるステーションで、  
 ホイスラーの空間的な強度を、解析し、レ  
 ークのある位置での L-value を比べ  
 ると、両者が、ほぼ一致する様な時と、  
 一致しない時があることが見いだされた。  
 (FIG. 1, 2 参照)

f-とスペクトラム上で Nose 周波数を追  
 跡することの出来る Whistler は、地上観測  
 などでは必ずしも、その頻繁に起こること  
 ではない。我々は  $f_n$  付近の信号強度が弱  
 く、直読が困難な例に対しては Whistler  
 全体のトレースを Best Fit する様なモデル  
 を採ることにより、伝播経路 (L) 及び赤道  
 面における電子密度 ( $N_{\text{eq}}$ ) を求めることを  
 試みた。この方法は磁気圏に対する入射  
 波が既知である Siple 信号などに適用す

ることが出来る。また、信号のトレース  
 を、なるべく正確に読みとるため、FT  
 法だけでなく、MMAV 法や MEM 法  
 を用いて、スペクトル解析を行う予定と  
 あるが、これらの方により、Multipath  
 の Whistler や Siple 信号が分離できると、  
 伝播経路の数や、その位置を知ることが  
 できるので、それらと多量に受信された  
 VLF 波強度の分布を比較検討してみたい。

AUG. 1. 1979.

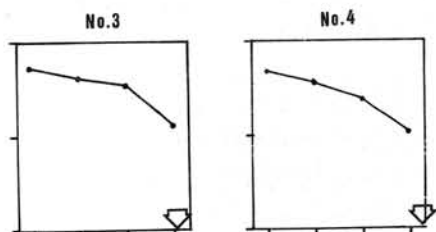
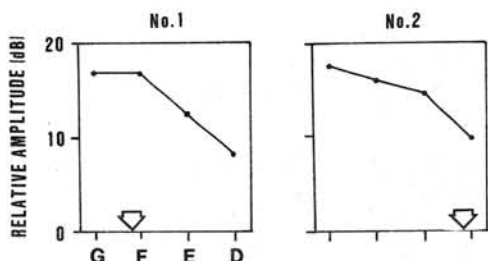


FIG. 2  
 (一致しない例)

JUL. 23. 1979.

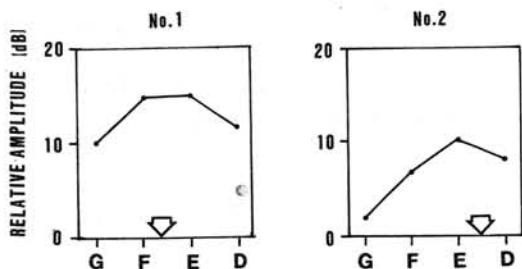


FIG. 1  
 (ほぼ一致する例)

図の实線は、地上での振りの強度の分布、  
 矢印は Nose 周波数から求めた伝播経路に  
 対応した位置である。各国のホイスラー  
 は、それぞれ、同一の空間に併存して発  
 生したホイスラーである。

# コーラス振中の空間分布

鶴田 浩一郎 (東京宇宙研)

町田 忍 (東京宇宙研)

コーラスはホイッスラーと並んで、地上で観測されるVLF帯の代表的な現象である。ホイッスラーが主としてプラスマ圏内の現象であるのに対し、コーラスの方は主にプラスマ圏の外側の現象と考えられている。ホイッスラーはその分散特性の中に伝播経路の緯度に関する情報と伝播路のプラスマ密度の情報を含んでいるため、磁気圏プラスマの診断に有効に使われてきた。一方、コーラスの方は、ホイッスラー同様、ログラム上で分散が読みとれる程度に準モノクロな帯として現れるもの。その分散が、伝播による他に発生機構もかかわって起こると考えられているために、磁気圏の診断に使える状態には至っていない。

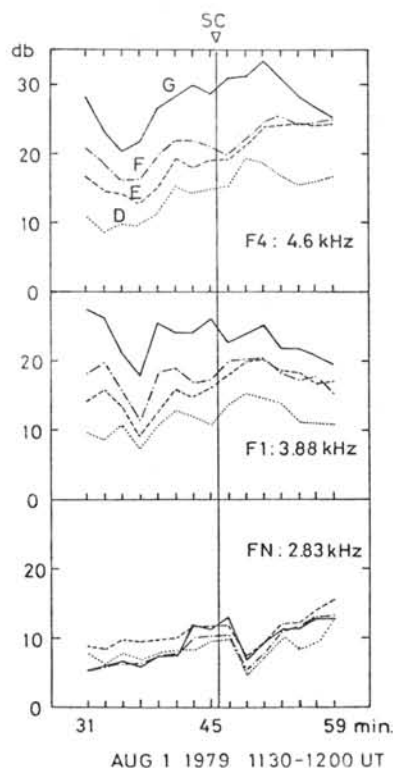
コーラスは、ホイッスラーと異なり磁気圏内の高エネルギー電子(数KeV~数100 KeV)により作られると考えられるので、伝播路に関する情報が得られればそれとともに、高エネルギー電子に関する情報も得られる可能性がある。また、発生機構に対して、仮説を設けることにより、分散特性の解釈を試みることも可能となる。

1979年の夏に、セバック北部で行ったVLFの多卓観測の結果、サウナルVLF帯波のような比較的弱い波源から出た波は、反対半球の受信点でもそのエネルギーが比較的狭い範囲に集中していることがわかった。この特性を使って、分散特性に頼らなくても、ある程度伝播路の推定を行えることがわかった。一方、従来の研究によると、コーラスはかなり広い範囲で同時に受信されることが普通のものである。今回の多卓観測中に受信したコーラスについても、時間的に平均した(一ファーフのコーラスエレメントを無視したという意味)振中でみる限り、図に示すように、南北に約200 km離れた二卓間で振中差は5db以下である。一方サウナル信号の振中

差は20 db程度あることも稀ではない。

平均的にみればコーラスのこの小さな振中差がコーラスのエレメントのファーフについていえるのか、あるいは、個々の~~狭い~~エレメントは比較的狭い範囲に集中しているが、広い範囲で似たようなコーラスのエレメントが発生するため、平均的には広い範囲で同時にコーラスが発生しているように見えるのかとほっつきさせる必要がある。

今回の発表では、パイプル信号と比較しながら、コーラスのファーフのエレメントについて振中の空間分布について行った解析結果を報告する。



(図) サウナル信号とコーラスの振中変化。G, F, E, Dの順に緯度が高くなる。二卓間の距離は約75 kmである。

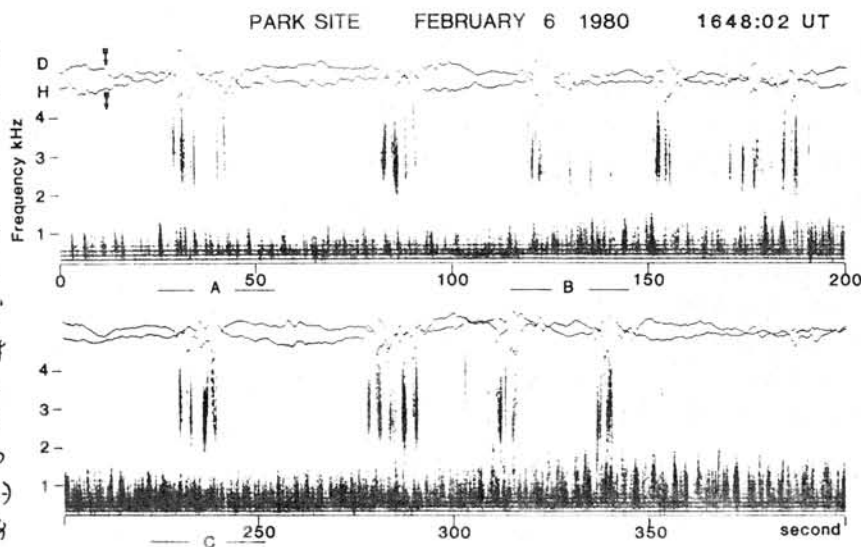
# VLFコーラスバーストとパルス性地磁気脈動

国分 征 東京大学理学部地球物理研究施設

1980年1月から2月にかけて、カナダにおいてオーロラ及びVLF・ULF帯波動の観測が行われた。ここではこの観測で得られたVLF帯波動とULF変動現象の相関についての新しい知見について述べる。これまで、地磁気脈動と良相関をもつVLF波動としてはQP放射が知られており、この現象は外部磁気圏におけるVLF放射源のHM波動による変調によると考えられている。ここで報告する現象は、QP放射とは異なり、VLFコーラスもバースト的に現われ、対応するULF変動はパルス性の様相を示すものである。図には、2月6日にパークサイト(地磁気座標、 $61.5^{\circ}$ ,  $309.8^{\circ}$ ,  $L \approx 4.4$ )で地方時9時頃に観測された例を示すが、バースト的に起る特徴が明らかである。このような現象は、約1ヶ月の観測で数例、 $K_p \geq 4+$ の擾乱時に観測された。

1~2秒の継続時間をもつVLFコーラスのグループは、0.1~0.5秒の立ち上りをもつライザーで形成されるが、これが10秒以内の大きな振幅をとり、17スボラディックに起るのが1つの特徴である。このVLFコーラスバーストと1対1に対応して、地磁気変動としては、立ち上り0.5~1秒の継続時間が~2秒の現象がみられる。右図では、VLFバーストが約2秒、ULF変動に対して先行している。しかしながら、ULFがVLFコーラスに対して、若干先行して観測されている例もある。この点は、今後定量的に調べる必要があるが、これまで、

いくつかの現象をみた限りでは、この両者の間には±2秒以内で1対1の対応関係がみられるといえる。この実は、QP放射がPc3~4波動にくらべて20~30秒早く地上で観測されるという事実も異なっている。したがって、QP放射に伴うVLF・ULF波動の相互作用と異なる機構をもつVLF・ULF相関現象の存在の可能性も、この観測は示唆していると思われる。この一つの可能性としては、ホイッスラー波によって生じた電子の降下により電離層の磁気伝導度に変化し、その影響として地磁気変動が生ずるものが考えられる。



## 高精度多点観測による pc1 脈動の動特性

林 幹 治・東大理, AUV プロジェクトチーム

東大理, 東大宇, 九大理, UBC, U.Vic

地上で観測される ULF 波動の中で, pc1 脈動はかなり良い coherency を有すること, 発生頻度も高いことなどによりこれまで多くの人々の注目を引き, 多くの観測がなされ統計的研究も数多く行なわれて来た。これらの結果は一歩にかりて pc1 現象の発生機構, 伝播, その利用による磁気圏の診断というような分野の発展を促し, 発生, 伝播に関する素樸は現在, 少なくとも統計的な意味においては一定の図式が与えられるところに至っている。

今回ここでは, pc1 現象の活動の中心領域の動きについて述べる。

動きについては, 経度方向, 緯度方向の両方の例が認められ

① 概して磁気圏擾乱に関連して発生するややかな緯度方向の動きと示す例,

② 活動域の経度方向 (西) への移動

③ IPDP のある種のものに見られる短時間での低緯度方向への動き  
等について報告する。

我々は磁気帯を中心とした地域で多点観測を行なうことにより得られたデータに基づきこれまで

(1) pc1 活動の中心領域の広がり

(2) pc1 の中心領域よりの高低緯度, 東西への伝播,

に注目して「振幅」「偏波」の空間分布について調べて以下の結果を得ている。

(1) 活動領域の中心には全 local time に渡りほぼ plasmapause に沿って分布するものと午後側の plasmapause 付近より磁より昼側の外部磁気圏へと広がって分布するものがある。

(2) 中心領域の近くでは左廻り偏波が右廻り偏波より多く, 遠く離れると直線偏波が卓越する。

(3) 中心領域の広がりを二次元的に決定できる例は多くなりが, 現在のところ最大は 300 km で, 小さいものは 100 km 以下であり前者の例については南北, 東西方向とも少なくとも, 1000 km 以上伝播しているのに対し後者は中心より 2~300 km 離れると観測されない。

(4) 中心領域よりの伝播には磁気的子午線及び等緯度線に沿う傾向が見られる。

上出 洋介 (京都産業大)

I M S事業の一環として、世界各地に子午線に沿う磁場観測チェーンが設置され、良質のデータが着々と集められつつある。このデータは単に高緯度電流分布とそのダイナミックスの研究にと、て重大であるのみならず、他のレーダーや人工衛星観測と組み合わせることにより、電場特性やサブストーム、オーロラ物理の解明に役立つことが期待されている。

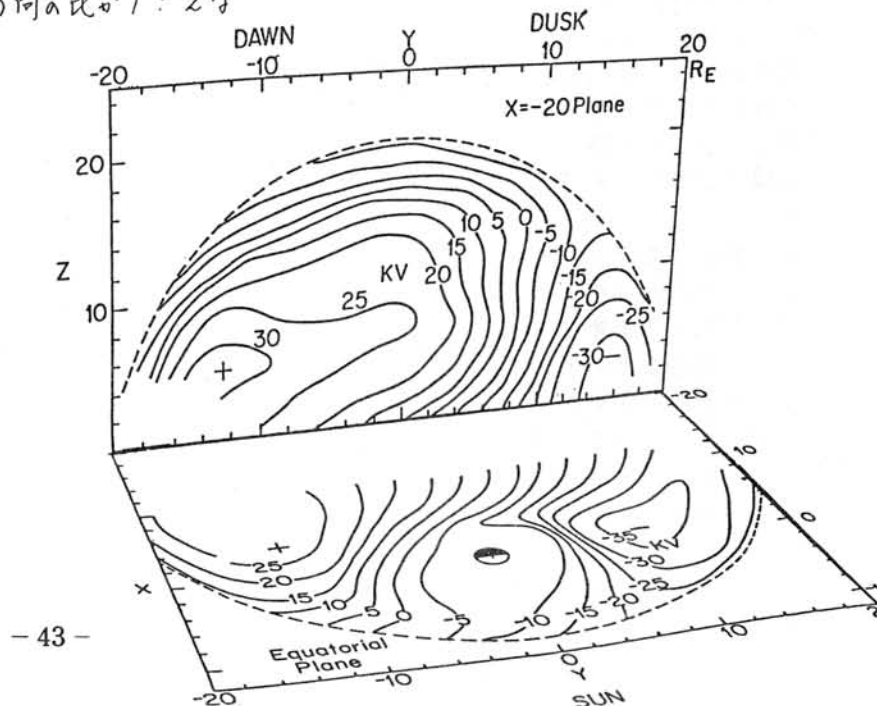
本講演では、現在進行中のこの国際共同研究の概要を説明し、Alaskaチェーンの平均データを使って、その解析結果について報告を行なう。

1. 地上磁場分布から電離層電流とfield-aligned 電流を分離する方法はKisabeth (1979) と Kanide, Richmond & Matsushita (1980) により独立に開発された。ごく最近前者により電場分布も得られるコードがつけられている。この2つの方法は、基本概念が全く異なっているにもかかわらず、得られる電流分布のパターンは類似の結果を与える。これはKisabeth model で用いた仮定(たとえば、電離層電流の南北、東西方向の比が1:2な

ど) がほぼ正しいことを示す。しかし、電流の大きさには両者の方法にファクターで2~3の差違があり、Kisabeth法による電場には非現実的な部分が多く認められる。

2. AlaskaチェーンでMarch 9-April 27, 1978に得られた3成分磁場変化の平均をベースデータとし、標準的な電離層電気伝導度を仮定して、KRM法により、電離層電流と沿磁力線電流を推定した。さらに、電離層電流はHall, Pedersen電流に分離した。その結果、オーロラ・ジェット電流はこれまでいわれているようにほとんどがHall電流であること、Pedersen電流の大部分はジェット電流を南北方向に横切って流れていることがわかった。さらに、Hall電流は、とくにその始発(昼側)と終点(真夜中付近)で、磁力線に沿う電流と連なっていること、したがって、電離層内のいわゆるreturn電流は昼側を除いて非常に小さいことがわかった。

3. 得られた電離層電場分布(ポテンシャル)を磁気圏の赤道面と $X = -20 R_E$ での尾部断面に投影し、磁気圏電場分布を推定することにもできる(図参照)。





# 極域大気中での中性大気微量成分の観測計画 — $\text{NO}_2$ , $\text{NO}_3$ , $\text{O}_3$ —

嵯崎和夫・小川利弘(東大・理)

## 1. はじめに

大気中の中性微量成分の観測は近年活発に実施されており、各種成分のデータが蓄積されてきている。しかしながら、観測点が北半球の中低緯度に偏りがちであり、地球全体のグローバルな様相を理解するにはまだ不十分である。極域での継続的な観測は上述の gap を埋める上でも重要であろう。

標題に挙げた化合物のうち、オゾンを除いては極域での測定自体が皆無といってよい。窒素酸化物はオゾンを破壊する重要な微量成分であり、そのグローバルな分布を知る事は重要である。南極という人為汚染源から遠く離れた地点での継続観測は、上記物質のバックグラウンドの測定、モニター観測として大切だけでなく、中低緯度とは地球物理学の諸条件の根本的に異なる地域での観測は、現在適用されている理論の妥当性を判断する上にも貴重なデータを提供するのである。

## 2. 窒素酸化物 ( $\text{NO}_2$ , $\text{NO}_3$ )

観測には分光学的手法を用いたリモートセンシング技術を利用する。測定波長域は、 $\text{NO}_2$  の場合 430 - 450 nm 領域、 $\text{NO}_3$  の場合は 662 nm 付近の吸収帯である。いずれの場合も小型の分光器で十分であり、同一装置での測定も可能である。

高緯度地方では成層圏  $\text{NO}_2$  量が夏と冬で大きく変化するという報告もあり、一年を通じての観測は興味深い。ただし、光源が太陽であるので冬期日中の地上観測は不可能となる。気球による垂直分布の観測は例がなく、夏と冬、最低2度の実験は実施したい。成層圏の大気運動による輸送、光化学過程理論の妥当性、さらにはオーロラ粒子降り込みの影響等、中緯度での観測に比して重要なデータが取得できると期待できる。

$\text{NO}_3$  は夜間、月を光源とした観測が主となる。同時に  $\text{NO}_2$  の夜間観測も可能である。 $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$  の観測が同時に実施さ

れるならば、他の窒素酸化物、 $\text{NO}$  や  $\text{N}_2\text{O}_5$  についての情報を得ることも可能であり、極域での窒素酸化物の動態について貴重なデータとなる。

## 3. オゾン

オゾンについてはこれまでも地上からのドブソン法による全量観測、気球によるオゾンゾンデ、ロケット観測等が実施されている。信頼できる極域での  $\text{O}_3$  垂直分布の観測例は少なく、種々の条件下での気球、ロケット観測を実施する事が重要であろう。

地上観測ではドブソン法によるものとは別に、近紫外の Huggins 帯 (300 ~ 340 nm) を利用した吸収スペクトル法による観測を試みたい。現在国内での予備実験を準備している。

# 夜光雲の発生と中間圏の水蒸気分布

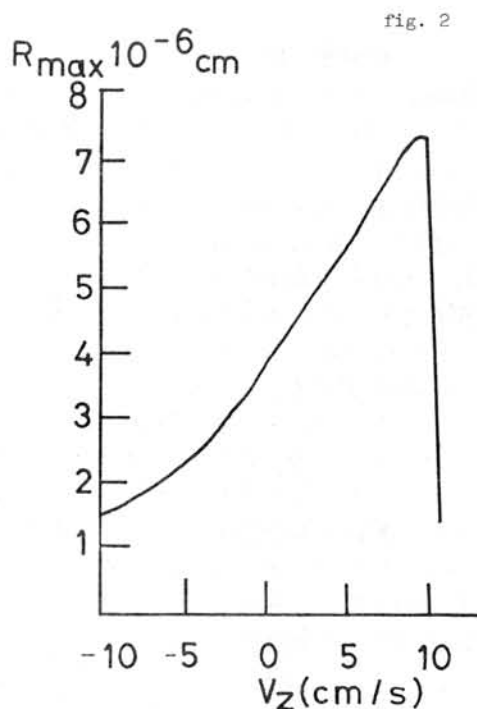
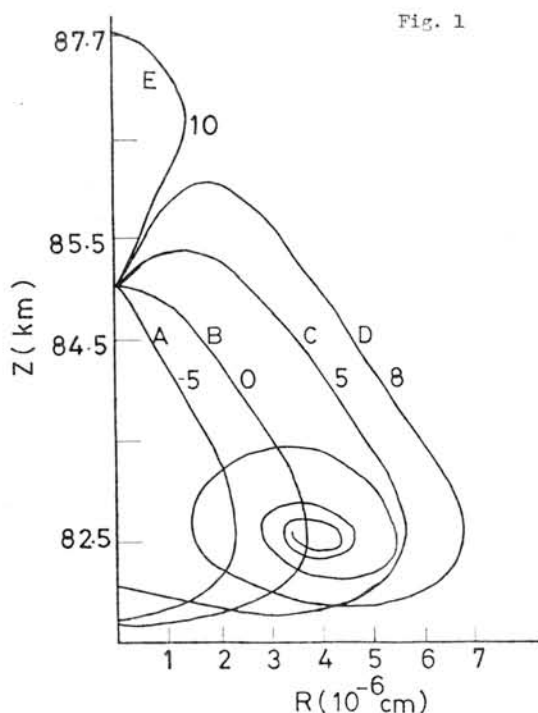
Y. Iwasaka, Water Research Institute, Nagoya University/ National Institute of Polar Research

During the summer above the polar area, at a height of 80-85km, noctilucent clouds develop. The model was constructed to investigate the conditions that leads to a particle size compatible with recent various observations. The clouds consist of solid particles that scatter sunlight. The particles are formed by water deposition on to the surface of condensation nuclei which, according to one hypothesis, are provided by ion-molecule reactions. For the purpose of investigations the details of the physics of particle formation in the mesosphere region, we formulated a simple numerical models. The model computes the distribution of particles as a function of height and radius of particles.

Some examples of numerical calculations are shown in figures 1 and 2. Fig. 1 is showing the radius as a function of height for one particle trajectories using different wind speeds. Fig.2 shows maximum radius for one particle trajectories as a function of wind speeds.

symbols, R: radius of particle  
 $V_z$ : vertical wind speed

$R_{max}$ : maximum radius of particle



# TIROS-N系 気象衛星によるマイクロ波垂直温度分布の観測結果

芳野 超夫, 田中 信也, 高安 誠治  
(電気通信大学)

## 1. 緒 言

1979年がSGARPの副計画として、POLEXが3年間実施され、1982年から中層大気観測計画(MAP)が開始される。これらの計画に基づいて、オーストラリア南極地域観測隊により昭和基地に気象衛星受信装置を設置し、昭和55年(1980)2月より、TIROS-N系気象衛星のデータ受信を開始し、AVHRR(超高分解能放射計)による地表雲分布図の受信、地表面温度の赤外線放射観測等が観測されている。

TIROS-N系人工衛星には、以上の他にTOVS(垂直温度分布サウンダー)と呼ばれる、赤外線放射を利用した地表より高度約80kmまでの温度の垂直分布を測定する装置が搭載されて居り、この観測データは、テレメトリ電波のPCM・TIP信号によって地上に伝送されている。現在昭和基地に在る受信装置には、TIPデータの信号復調器は設置されていないが、1981年4月、オーストラリア隊のデータの帰国をまつて、この復調を行うため、電気通信大学菅平宇宙電波観測所において、この復調テストを兼ね、また復調プログラムの開発を兼ねて、内地上空の温度の垂直分布の観測・解析を行って居り、現在では、マイクロ波リモートセンシングデータの解析が完成しているので、此の結果について述べる。

## 2. 受信装置とTIROS-N

TIROS-N系気象衛星は、1978年10月(km)13日打上げのTIROS-Nの他、現在はNOAA-6(1979、6月29日打上げ)が打上げられ、観測を続行中で、今後7年間の以後の打上げ計画が決まっている。

TIROS-N系の垂直温度分布サウンダー(TOVS)は以下の3種類の装置から構成さ

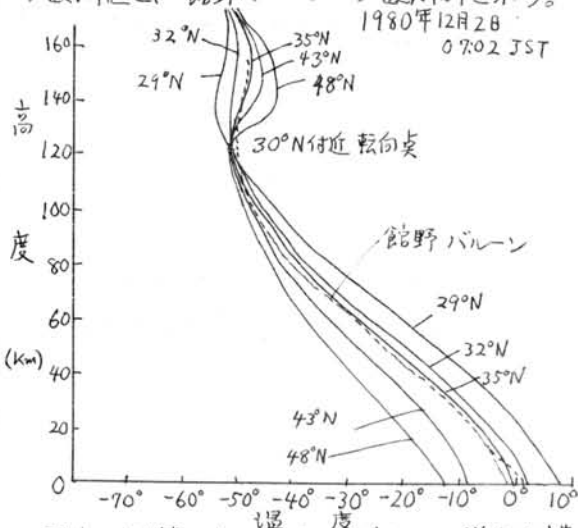
れて居り、観測高度範囲は50kmに達する。

| Characteristic              | HIRS/2*                                                                                                                                                                                                                             | SSU**                            | MSU***                |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Resolution at subpoint      | 20 km                                                                                                                                                                                                                               | 147 km                           | 110 km                |
| Field of view               | 1.4°                                                                                                                                                                                                                                | 10°                              | 7.5°                  |
| Spectral regions            | 15 $\mu\text{m}$ CO <sub>2</sub><br>11 $\mu\text{m}$ window<br>9.7 $\mu\text{m}$ O <sub>3</sub><br>6.7 $\mu\text{m}$ H <sub>2</sub> O<br>4.3 $\mu\text{m}$ CO <sub>2</sub><br>3.7 $\mu\text{m}$ window<br>0.7 $\mu\text{m}$ visible | 15 $\mu\text{m}$ CO <sub>2</sub> | 53 GHz O <sub>2</sub> |
| Number of spectral channels | 20                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                | 4                     |
| Number of steps             | 56                                                                                                                                                                                                                                  | 8                                | 11                    |

受信装置は、Scientific Atlanta社の1.7GHzバンドの標準気象衛星地上局装置で、受信アンテナは2.6m直径のパラボラを用い、これをプログラム追尾するようにになっている。受信部は、オーストラリアで設置したVHF受信装置と同様のもので、互換性を有して居る。PCM信号は、AYDIN、Monitor社の気象衛星専用フォーマット複調器によってアナログ信号に復調され、レーザーファクスで地図化され、雲分存が観測される。

## 3. 菅平に於けるMSU観測例

南極データの解析にそなえ、現在電通大、菅平観測所における、マイクロ波センシングの観測値と、館野のバルーン観測例を示す。



現在、計算、解析続行中であり、詳細は講演で述べる。

# 極域中層大気の水蒸気量測定について

岩坂泰信 (名大・水圏研), 山下喜弘 (気象研), 村林成 (名大・水圏研)

中層大気では、エアロノミー、エアロソル化等、イオン、大気放射等々に関与して、水蒸気が大切な組成のひとつである。しかし、対流圏下部との違いは、水蒸気量の測定はきわめて限られた手法と地域でのみ行われてきたと言って過言でない。ここでは最近、名大及び極地研で行われてきたLy-α線と光源とした水蒸気センサーの開発状況を報告し、あわせて、南極域中層大気総合観測期間中に水蒸気測定のひとつの手法として使用した場合の利点等について討論したい。

## 1. Ly-α線光源を用いた水蒸気センサーの原理

Ly-α線は、H<sub>2</sub>Oに吸収されると、下記のよつな解離反応をおこす。

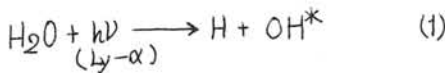
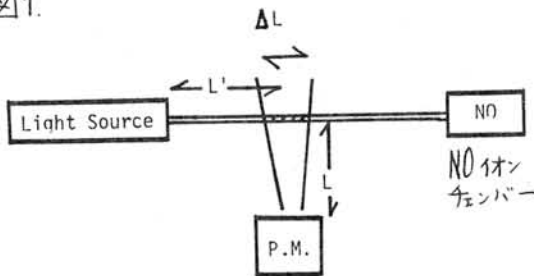


図1.



さらにこの反応で生じた励起OH\*ラジカルは3090Åの光子を放出して基底状態に入る。

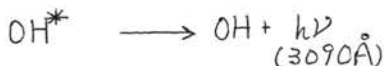
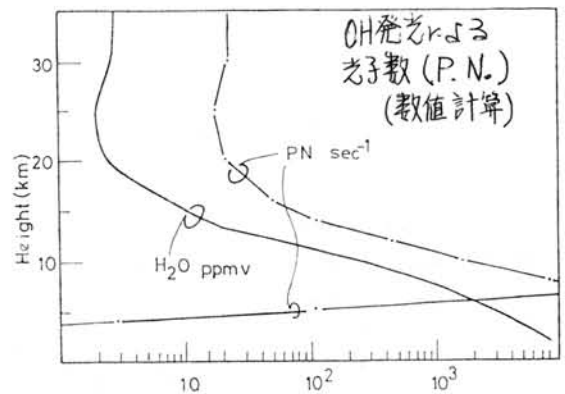


図1には、試作した水蒸気センサーの概略図で、Ly-α線が、H<sub>2</sub>Oによって吸収された度合いから、水蒸気量を測定するためのNO電

離管、及び、OH\*の発光からH<sub>2</sub>O濃度と測定するためのホトマルの配置の様子が示してある。

## 2. 中層大気H<sub>2</sub>O量の測定

今、ホトマルの量子効率等と仮定して、現実的な水蒸気分布を考へ、OH\*の発光による光子数を推定すると図2のようになる



NOの電離管を応用する方法はすでに一般化し、市販品もあるが、こちらの矛は、数km以上の高度では、十分の吸収量が検出できず、むしろ対流圏下部で発生するものである。

いずれも、応答速度をきわめて早く、熱平衡型のセンサーにくらべると、航空機、バルーン等の搭載用には格段の有利さが望まれる。

OH\*発光するものは、感度が良く低湿度向きであり、中層大気計測用にはきわめてすぐれている。

実験室で得られたデータは、定性的にはきわめて良好な傾向を示しており、今後低温室等で定量的なつめを行う予定である。

# 昭和基地VHFドップラーレーザ観測計画

電波研究所 五十嵐喜良 小川忠彦 大瀬正美  
国立極地研究所 藤片良一 平沢威男

表1 VHFドップラーレーザの諸元

|           |                                                                                                                        |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 送信周波数     | 50 MHz                                                                                                                 |
| 尖頭出力      | 15 KW (P.R.F.=50Hz), 3 KW (P.R.T.=700Hz)                                                                               |
| パルス幅      | 50 $\mu$ s 又は 100 $\mu$ s                                                                                              |
| 送信パルス列    | スペクトルモード P.R.F. <sub>1</sub> ~ 400 Hz<br>ダブルパルスモード P.R.F. ~ 100 Hz, Td ~ 15 ms<br>流星モード P.R.F. ~ 200 Hz, オフセット ~ 40 Hz |
| アンテナビーム幅  | 水平面内 ~ 3度 (コリメータ・アンテナ)                                                                                                 |
| アンテナビーム方向 | 磁北南と地理的南の2方向                                                                                                           |
| データ処理     | ミニコンを用いたオンライン処理                                                                                                        |

極域でVHF帯の電波も電離層に向けて発射すると、90~130km高度のE層に地磁気擾乱に伴って発生する電子密度のIrregularitiesにより、後方散乱した電波が受信される。この散乱波からドップラー速度を求めることにより極域電離層のDynamicsを研究する目的で、昭和基地にVHFドップラーレーザを設置することになった。23次隊から観測を始める計画で、現在システムの構成を行っている。

ドップラーレーザの諸元を表1に示す。地磁気擾乱はPPPI記録から読みとったエコー領域(112 MHz)を図1に示す。レーザ波と磁力線のなす角度が90度になる時、散乱しやすい性質があるため、エコーの発生領域は90 $\pm$ 5 $^{\circ}$ の範囲に限られている。水平面内の速度ベクトルも求められるよう、アンテナを磁南と地理的南の2方向に向けることにした。

Irregularitiesの平均的な速度を求めるダブルパルスモード、散乱波のスペクトル解析とすることによりIrregularitiesの発生機構と調べるスペクトルモード、そして90~120km高度の流星能線に伴うエコーから風系を求める流星モードの3つの観測を行う。観測データは、フロッピーディスクに書きこまれたプログラムにより自動的にリアルタイムのオンライン処理され、結果をデジタルMTに記録する。

19次隊で行った予備観測で得られたデータを、用いダブルパルス法とスペクトル法で行った解析結果の比較例を図2に示す。このレーザ計画の成果を生かすには、エコーの散乱領域の直下にある内陸みずほ基地で、全天カメラ、CNA, Mag. フォトメータ等の超高層観測を行なうことが必要不可欠である。

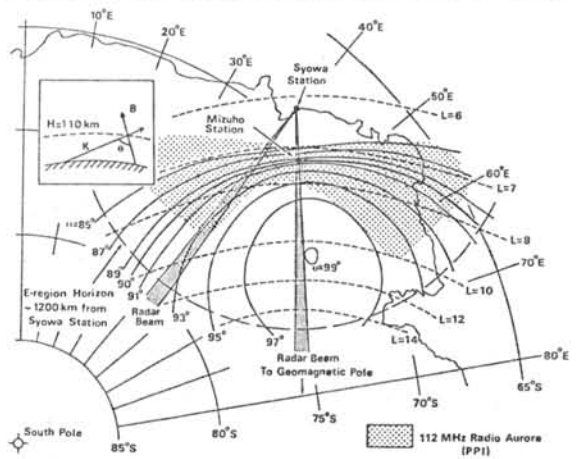
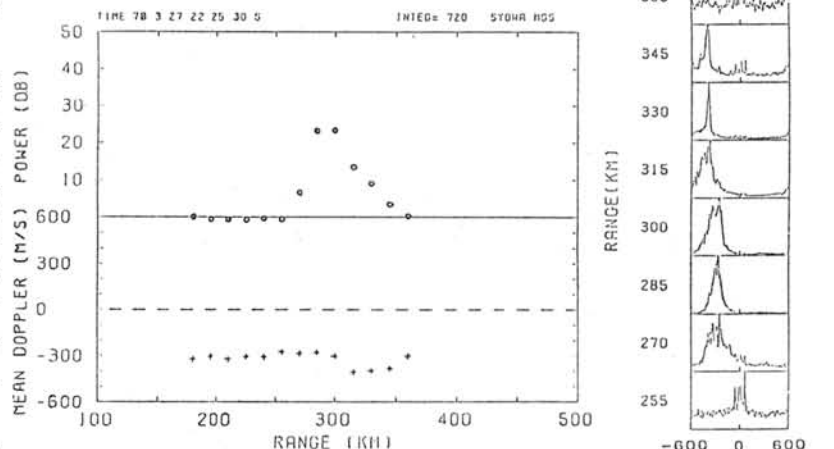


図1 電源オーロラのエコー領域とレーザビームの関係  
θはレーザ波と磁力線のなす角度



(a) ダブルパルスモード(平均ドップラー法)  
図2 ダブルパルスモードとスペクトルモードによる解析結果の比較  
(b) スペクトルモード

# Ba シェープドチャージの開発

中村純二

東大教養

## 1. Ba plasma の実験

北半球から南半球に至る1本の磁力線にロケットから Ba plasma を注入し、太陽からの紫外線によって励起される Ba II 輝線 (4554 Å) を、地上あるいは航空機から同時撮影することによって、地磁気共軌点間あるいは磁気不安定領域における磁力線の形や、その動きを決める実験である。この方法によれば、何一つ仮定を行うことなく、共軌点間の電界ベクトルの微妙な相異や、磁気中性面付近の磁力線の不安定性、あるいはオーロラ帯における jet current の向きや強さなども求められるので、最近英、米、カナダ、ドイツ等で実験が行われている。我国でも茲3年来その開発実験が進められ、一昨年にはテスト実験も行われたが、これらの経験をもとに改良点について本年度更に基礎実験を行った。これはその報告である。

## 2. Ba シェープドチャージ開発の経過

1977年からノイマン効果を利用した Ba シェープドチャージの開発を行い、最初は PETN-EPON 系の高速爆薬と硝酸アンモニウム系の低速爆薬を用いたが所期の爆速が得られず、Ba ライナーの射出角度も 5° にひろがった。1978年には RDX-TNT 系の高速爆薬 (コンポジション B) と硝酸バリウム系の低速爆薬 (バラトール) を用いて実験し略所期の爆速が得られた。1979年1月21日の夕刻には K-9M-66 号ロケットにより Ba 弾のテスト実験を行った。ロケットの高度 300 km 付近で Ba 弾を作動させるため、Ba 弾の軸に平行に磁気センサーを取付け、丁度 Ba 弾軸がその地点の磁力線の方向を向いた時、Ba ライナーを発射しようというものである。この磁気センサーの作動時間は 20 秒間としておいたのであるが実際にはロケットのアリセクションの周期が 53 秒であったため、磁気センサーの作動時間中には Ba 弾軸が磁力線方向を向かず、時

間切れとなって、Ba 弾軸が磁力線と約 60° をなす状態でライナーは発射されてしまった。このため折角の Ba plasma は時間と共に急速に拡散し、このテストでは南半球にまで広がる Ba 発光雲を作ることが出来なかった。

このため次回には少なくとも磁気センサーの作動時間は 90 秒とし、その間に必ず Ba 弾軸が磁力線方向を向くよう図ると共に、もう少し明るい発光雲を作るため、Ba ライナーの重量をこれまでの 68 g (0.5 mol) から 340 g (2.5 mol) に増量し、更にシェープドチャージによる平面爆轟波の性質がよくなるようシェープドチャージの形状についても基礎実験を行うことになった。

## 3. 平面爆轟波の基礎実験

実験は東京工業試験所 化学技術研究所の好意により同所の爆発実験室で2月中旬行われる予定である。目的は

- 1) シェープドチャージの形状の合理化をほかり爆薬量をへらす。
- 2) 平面爆轟波の形状や爆速を測定し、再現性を確認する
- 3) 製造方法、機械的強度についても検討を加える。

4) 大型化のための設計資料を得る。

5) Ba ライナーの形や肉厚について、ノイマン射出状態の測定を行う。

等であり、用意した資料はバラトールの底角を 34° および 37° としたもので、コンポジション B の肉厚を 6 mm および 12 mm としたもので、並びに側面に成型体を付置したものである。これらから爆速、爆轟波の平面度、並びに希薄爆轟波の侵入などの程度防止できるかなどの見通しがつく見込である。また Ba ライナーについては、これまでの円錐角 90° を 30° に改めると共に、肉厚 3 mm と 5 mm の両者について実験を行う計画である。



# 極域におけるイオン温度の垂直構造の観測意義

南 繁行 堤 四郎 竹屋 栄夫  
(大阪市大工学部)

イオン温度の高度分布に層状の構造の存在することが古くは Knudsen et al (1965) により、そして最近の AE-C, AE-D の紅星観測 (Spencer 1976, Breig 1976, Kayser 1979) によって報告されている。著者らは中緯度でのイオン温度観測にこれらと似た結果を得た。(南他 1980)

この原因と大気波動の伝搬と関連づけるためには、地上観測との共同実験によりダイナミックな空間的波動ベクトルを測定することが必要である。そのために HF ドップラ法や HF アイオノグラムとの共同観測や、非干渉性散乱レーダー観測による垂直構造測定との相互観測が行われている。

一方高緯度においてはこの波状構造の振幅が大きくなることが指摘されている。極域における波状大気構造の観測にはロケットを使うことが最も有効と思われる。我々の開発した R. P. A. によるイオン温度観測法は、冬期や夜間の極域においても、アタックアングルによる不確定をなしに温度分布の測定ができる。また高い空間分解能とファイオン温度測定法 (南 1980) は、極域における高エネルギー粒子の熱化の過程などの高度で起きるかを調べるために有効な方法であり、その観測が望まれる。

## 【参考文献】

Knudsen, W.C., and G.W. Sharp, Evidence for temperature stratification in the E region, J. Geophys. Res., 70, 143-160, 1965.

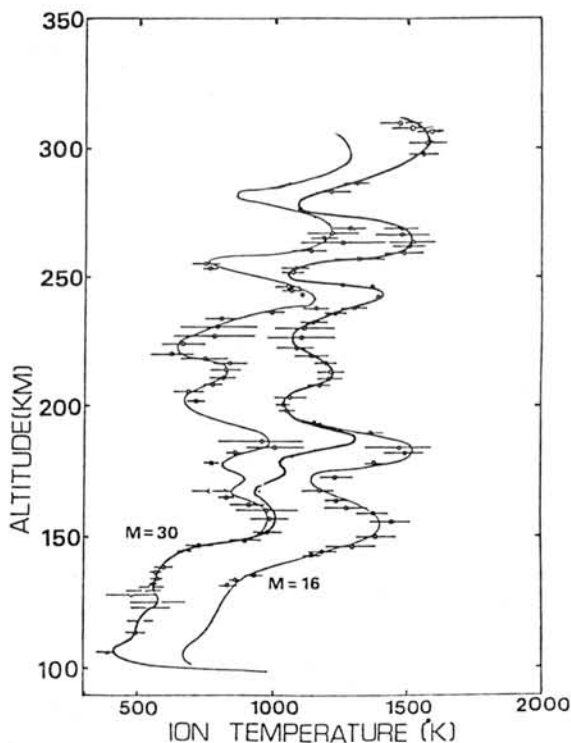
Spencer, N.W., R.F. Theis, L.E. Wharton, G.R. Carignan, Local vertical motions and kinetic temperature from AE-C as evidence for aurora-induced gravity waves, Geophys. Res. Lett., 3, 313-316, 1976.

Breig, E.L., Minor species and other aerodynamic studies, Proceeding of the Atmosphere Explorer Symposium held at Bryce Mountain, Va, Oct 1976.

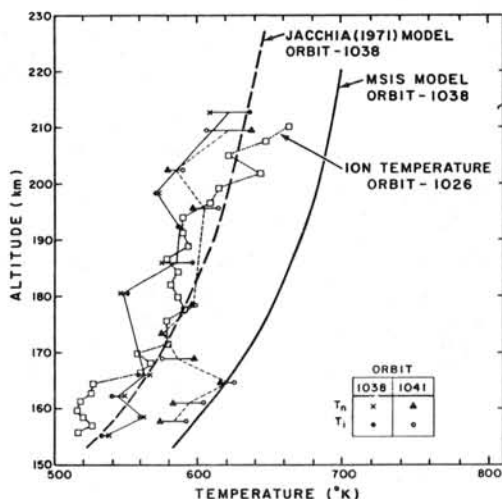
Kayser, D.C., E.L. Breig, P.A. Power, W.B. Hanson, and A.O. Nier, Direct measurements of thermospheric temperature, J. Geophys. Res., 84, 4321-4327, 1979.

南, 竹屋 「正イオン温度の高速測定とその応用」 電気学会論文誌, 100-A, 253-258, 1980a.

南, 堤, 竹屋 「K-11-67 号機によるイオン温度観測結果」 宇宙観測シンポジウム昭和55年度, 296-308, 1980b.



K-11-67号機によるイオン温度測定結果



AE-D 紅星によるイオン温度測定例。中緯度における  $-26^{\circ}$  から  $+8^{\circ}$  に亘る観測値のプロットである。(Kayser et al 1979)



## 北欧におけるMAPに関連した大気球計画

近藤 豊 高木増美 森田恭弘 岩田 晃 石川晴治

名古屋大学空電研究所

我々はMAP期間中に成層圏のNO, イオン, 電離強度, エーロゾルなどの直接気球観測を計画している。NOはオゾン層の破壊の問題と関連した重要な気体成分である。イオン, 電離強度はイオンとエーロゾルの相互作用, またNO<sub>x</sub>の生成源としての問題といった観点から重要である。それぞれのテーマの詳しい解説は去年のMAPシンポジウムの報告に書かれているのでそれを参照されたい。その報告では特に高緯度の観測という点は考慮されていないが、高緯度でのこれらの観測は非常に重要であると言える。幸い極地研を中心に北欧での気球観測が実現しつつあるので、我々の観測計画及びその意義について述べる。

北欧つまり高緯度で上記の観測を行なう意義は、

- 1) globalな輸送の結果として、NO, エーロゾルについて、中緯度とは大きな分布の相違が見出される可能性がある。globalな輸送パトレスガスやエーロゾルに与える効果を調べる。
- 2) NO, イオンについては *effective* な電離による source が存在する可能性が予想される。この効果を観測の上から確かめる。
- 3) NO についてはさらに、光化学的な(光環境, 温度, オゾン分布等)条件が中低緯度と異なる為の特異性も在り得る。
- 4) 特にNO, イオン関係については中低緯度での測定でさえ、その数は限られている。高緯度での測定例はさらに数少なく、その実態はよく分っていないというのが実情である。

以下各測定器に關する簡単な説明をする(詳しくはMAPの報告参照)。

- 1) NO: ケミルミネッセンス方式  
現在基本設計を終わり、各部分の製作段階にある。

2) イオン: ゲルジェンコンデンサー型測定器  
既に数度実験に使われている。ノイズが多いのバリエーションでこの点を改良中。

3) 電離強度: アルミの球形電離箱  
ここ5年位以前から同一の測定器で数度測定を行う。

4) エーロゾル: 光散乱方式ダストカウンター

現在測定可能である或は可能になりつつあるものを列挙したがこれら全てを同一の気球に搭載することは不可能であると考ええる。従ってもう少し計画が具体化すればその時点でさらにねらいをしぼって行く必要がある。最後に強調したいことは測定器の回収ということである。特に1), 4)の測定器は製作コストが高く、回収費用を大きく上回る。また3)については今まで同一の測定器で観測しており、今後のデータの比較という観点から回収して再利用することが望ましい。

日本では再度使用できる形で測定器を回収することは非常に困難であるが北欧ではそれが可能であるという利点を積極的に活かすべきであると考ええる。

# リングコア型フラックスゲート磁気計の開発

青山 巖, 遠山 文雄, 西口 正幸 (東海大工)

フラックスゲート磁気計の精度向上及び小型軽量化をすすめるため Ring Core type のボビンに Inconel 製を用い基本的な実験をおこなった。

本実験の一つの課題として基本パラメータを定量的に決定することが重要と考えられる。即ち、励振周波数、電流値、電圧値の最適値が磁気計の精度向上に直接影響を与えるものである。そこでこの Ring Core を矩形波で励振し、Core に流れる電流波形の周波数特性を調べた。この実験により最適周波数が決定され、更に他のパラメータについては S/N 比を基に定量的に決定することができた。

励振方式として矩形波を用い、そのパラメータは次のようである。

励振電流値 14 mA<sub>p-p</sub>

励振電圧値 28 V<sub>r-p</sub>

励振周波数 12.5 KHz

向、電流周波数特性 (Fig 1) 及び回路のダイアグラム (Fig 2), A/D K I N (FOMI-100) との比較動作図 (Fig 3) を以下に示す。

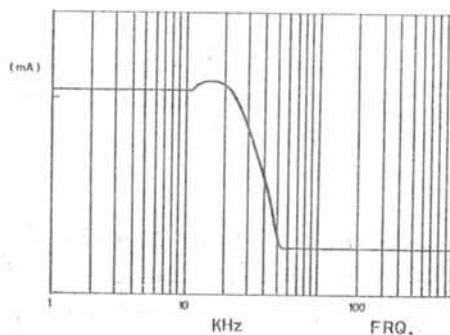


Fig. 1

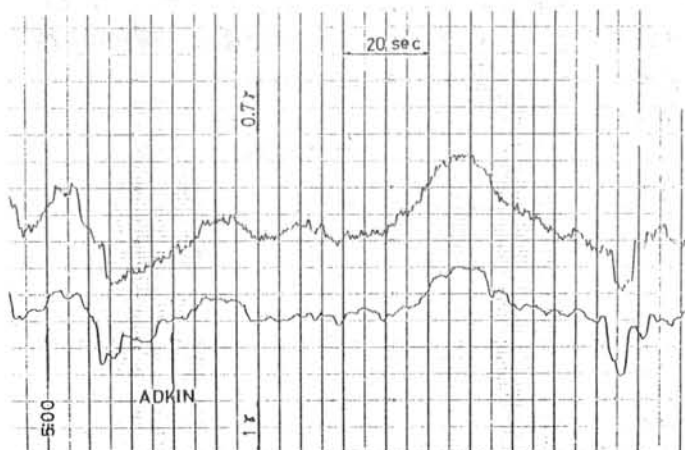


Fig 2

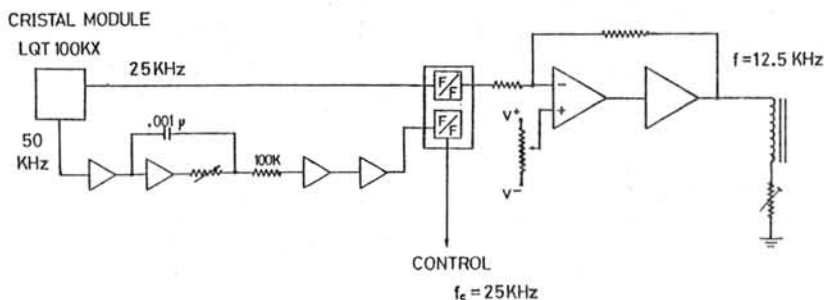


Fig. 3

# 極域電離層電場(静穏日)測定の新方法の提案

北村 泰一 (九大理工)

極域電離層電場は、ロケット・バルーン等の飛翔体、イスレーダー・オーロラレーダー等の地上観測等によって測定されてきた(若しくはされようとしている)。しかし、前者(飛翔体)は費用と連続的に観測できないという欠点があり、後者はやはり費用の欠点があり難色がある。そこで、連続的に観測でき、費用も比較的安価にすむことと、電場計測のみならず、他の物理量の測定も兼ねるという点で有利な立場にある“HFドップラー法”による、電場測定の新方法を提案したい。勿論、この方法にも欠点はある。これらについては講演で述べたい。

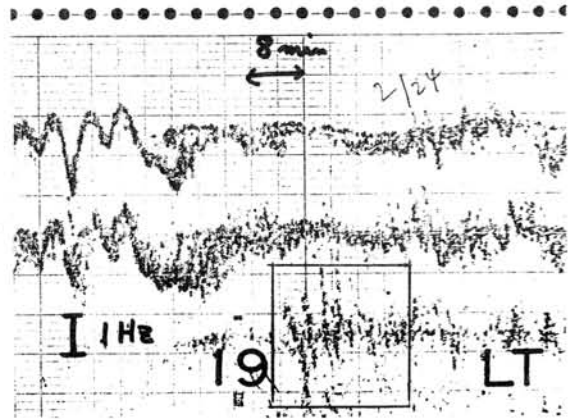


図1 “線構造”の例

◇

この方法は、いわゆる“短波ドップラー”法である。周波数標準を発振し、その電離層反射波を受信し、ドップラー量から反射波の動きを推定する。この“動き”を、電離層内の *irregularity* が電場によってドリフトするものと考え、ドリフト速度から電場を推定しようとする考えである。

た非対称 ray path によるドップラー量  $\delta f$  を、 $V$  とパラメータとして計算し、観測値と最もよく合う  $V$  の値を求める

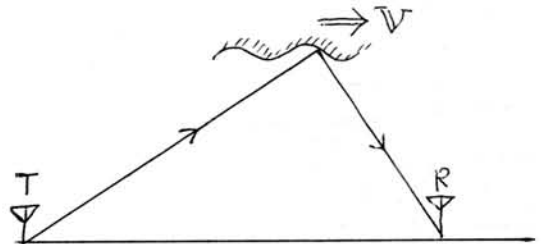


図2

極域でのドップラートレースは、

- (1) 非常に *diffusive* である
- (2) *diffusive* の中に線構造がみえる
- (3) その線構造の出現は、特に朝夕に濃く、朝では時間的に右上り、夕では右下りの傾向にある。

というのが特徴である。図1図に、カナダ北極圏で観測したデータの一部を示す。□の中には、特にいちぢるしい線構造がみえる。

こうして求めた  $V$  は、 $1 \text{ m/s} \sim 50 \text{ m/s}$  の間に分布し、これを Gravity wave と考えるには、その速度が小さい。電場 drift と考えれば、電場は数  $\text{mV/m}$  の値と推定。この値は、千ヤタニカでの静穏日における電場の値(青イスレーダー)とよく合う。

◇

今、電離層の歪曲(反射角)が、ほんの少し水平面に傾く傾き、それが水平方向に  $V$  の速さで移動するとする。これは、波動の存在と等価である。

すると、反射角が傾いていいるために、Ray は図2図のように、非対称となる。こうい

◇

例えば、昭和基地に送信機を置き、みずほ基地で受信し、電場を測定する。VHF による(オーロラレーダー)方法は、擾乱日のそれを求めることに依存から、現方法とは相補的に合う場合が多い。

# 極地研究所・情報処理センター・データ解析システム

江尻全機・山岸久雄・藤井良一・桜井治男・内田邦夫 (極地研)

極地研究所の電算機システムは、1976年研究棟の落成と同時に、HITAC M-160 II システムと画像処理システムが導入され、共同利用に供されて来た。1980年12月M-160 IIが増強され、1981年3月には、高性能小型計算機システムが導入される予定である。又、今年中に、高分解能カラーディスプレイ装置及び高分解能写真入出力装置を付加する計画で、それらを含めた電算機システムの構成図を図1に示す。

## 1. M-160 II システムの増強

- (1) 主記憶装置 0.5 MB から 1.5 MB へ増設。  
高速演算機構、M-160 II 拡張機構の設置。
- (2) 補助コンソールの設置。
- (3) ディスクを 4 バック (800 MB) より 6 バック (1200 MB) へ増設。
- (4) MT (1600/800 BPI) 4 台に (6250/1600) 及びマニュアル等の補強整備をしている。  
2 台を増設。

- (5) ラインプリンタにフォームリターを付加。
- (6) TSS 3 台を 6 台へ増設。
- (7) VERSATEC 静電プリンタ設置。
- (8) RAMTEC 9400/X 設置。

## 2. 高性能小型計算機システムの導入

- (1) TIROS データ収集処理。
- (2) レーザ FAX 出力処理。
- (3) PCM データ収集処理。
- (4) FFT データ収集処理。
- (5) 高速・低速 A/D データ収集処理。
- (6) カーブリード処理。
- (7) OPTRONICS C-4500 型 カラー画像入出力処理。

これらの機能を充分活用して載く為、S/W

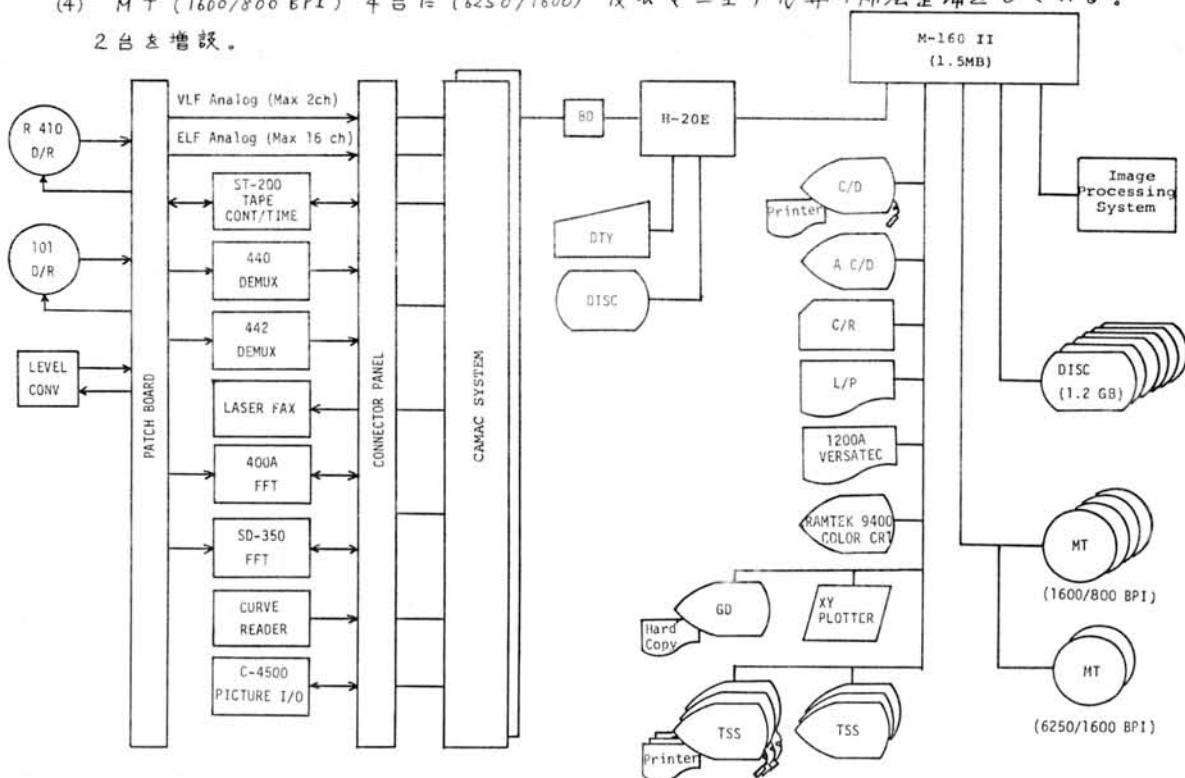


図1. 情報処理センター・データ解析システム。

# EXOS-D プラズマサウンダー及び HF 帯自然電波の 地上並びに飛翔体観測計画

小野高幸 (国立極地研究所)

## 1. EXOS-D プラズマサウンダー計画

極域電離層より磁気圏に至る広い領域において、プラズマ環境並びにプラズマ波動粒子相互作用を解明する目的で、EXOS-D 衛星計画が 1988 年打上げを目標に推進されている。EXOS-D 衛星には、すでに EXOS-B (JIKIKEN) 衛星において確立されているプラズマサウンダーの搭載が予定されている。プラズマサウンダーは、Alouette、ISIS 衛星及び ISS-b 衛星により、まず電離層トップサイドサウンダーとして登場したものであるが、近年では磁気圏探査衛星である、GEOS (1977 年)、ISEE (1977 年) 及び JIKIKEN (1978 年) 衛星に搭載されて、プラズマ計測並びにプラズマ波動粒子相互作用に関する重要なデータを提供しつつある。特にプラズマ計測への応用は、衛星のポテンシャル等に起因する測定誤差が含まれないため、高エネルギー粒子を多量に含む極域電離層プラズマに対しては有効な観測手段となる。すでに極域電離層におけるサウンダー観測は、従来のトップサイドサウンダー衛星によっても行われているが、EXOS-D 衛星では特に観測の空間分解能の飛躍的な向上、並びに超低密度プラズマの直接測定に主眼をおいた設計が進められている。

## 2. HF 帯自然電波観測計画

極域における自然電波の地上観測は、従来 VLF 以下の周波数帯においては精力的に行われてきたが、HF 帯においては十分な観測が行われていない。近年の極域電離層中における観測 (ISIS 衛星あるいは南極ロケット等) の結果は、オーロラ現象に伴う強い強度の HF 帯プラズマ波動が電離層中に発生していることを示しているが、これらのプラズマ波動の一部は十分な強度を持って地上へ伝播することが予想されている。一部の地上観測結果には、オーロラに伴う HF 帯自然電波の観測が報告されており (Kellogg and Monson, 1979)、さらに詳細な観測の継続が必要とされている。今後、極域オーロラ帯における HF 帯自然電波の地上並びに飛翔体による観測が計画されている。電離層プラズマ中に発生するプラズマ波動と地上観測結果とを対比させることにより、プラズマ波動粒子相互作用の解明、プラズマ波動のモード変換の定量的解析並びにプラズマ波伝播のメカニズムの解明が行われることになる。

# EXOS-D計画と極域超高層物理の研究

大家 寛(東北大理)

## [目的]

EXOS-D衛星は、現在OPEN-Jと並び宇宙研において計画にのぼっている1980年代を通じての主要ミッションの一つであるが、「オーロラの源流をたずね、電波を放射する惑星としての地球の本質を探求する」ことを主テーマとしている。この主テーマは換言すると「地球の磁気圏と電離圏を結ぶField Aligned Acceleration 域の物理過程の総合的解明」ということになる。さらにこの主テーマに不可分のサブテーマ群は、

- i) 電場の構造及び低エネルギー粒子流入との関連
- ii) 三次元電流系の構造とAcceleration過程との関連
- iii) ビーム形成のプロセスと波動粒子相互作用 —— AKRの起源の解明を主として
- iv) オーロラの種別と降下粒子の特性 —— 地上及びロケット観測との対応を主体として
- v) ビームによる電離層現象 —— 地上及びロケット観測との関連
- vi) プラズマシートの活動とField Aligned Acceleration領域との関連 —— OPEN-Jとの関連が特に重要

- iii) 低エネルギー粒子計測
- iv) 高周波域(50 kHz以上)電波特性
- v) 低周波域電波特性
- vi) 可視オーロラ
- vii) UVオーロラ
- viii) 能動的プラズマ探査
- ix) 低エネルギー域イオン組成
- x) プラズマ密度及び温度

といったもので、これらの観測のため衛星の姿勢はNon Spin太陽指向とし、64 kbits/secの伝送能力をもつPCMテレメータ系を2系統と、100 kHzまでの帯域をもつアナログテレメータを一系統計画している。

## [極域観測の重要性]

もともと計画が順調に進めば、米国のOPEN計画により広い磁気圏中に有効にちりばめられた観測システムを通じてより広汎な観測をめざすが、同時に従来から積み上げられてきた極域観測が並行して進められることにより、このプロジェクトは確かなものとなる。極域観測は単に地上観測のみでなく、EXOS-D計画と有機的にco-ordinateされたS-520クラスの中型観測ロケットを用いた極域での共同観測も強く望まれるところである。

といった点にある。

## [ミッション]

ミッションの実現は、現在計画されているM-3Vを使用し、近地点500 km、遠地点10000 km、軌道傾斜角78°の軌道に投入する。可能な衛星重量は、300 kgでこのうち科学観測には95 kgをさくことが可能になる。

## [科学観測]

計画されている科学観測の対象は、

- i) 磁場計測
- ii) 電場計測

